Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas

Arinaldo Pereira da Silva
(Organizador)

Ano 2021

Manejo sustentável de pragas
e doenças agrícolas

Arinaldo Pereira da Silva
(Organizador)

Ano 2021

Ciências Agrárias

Ciências Agrárias

Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Arinaldo Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M274 Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas / Organizador Arinaldo Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-340-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.405210908

1. Pragas. 2. Doenças agrícolas. I. Silva, Arinaldo Pereira da (Organizador). II. Título.
CDD 338.14

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ciências Agrárias

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

Ciências Agrárias

Ano 2021

APRESENTAÇÃO

Um dos obstáculos encontrados para o aumento da produtividade das culturas agrícolas ao redor do mundo são as doenças de plantas ou fitodoenças (Mekele Research Center, 1997). As plantas são atacadas por uma infinidade de microrganismos. Tanto em ecossistemas naturais como nos agrícolas, estas fitodoenças são responsáveis por alterar o funcionamento normal do metabolismo vegetal, causando a redução dos rendimentos da cultura, levando a depreciação do produto no mercado e perdas econômicas ao produtor (Araus, 1998).

As doenças de plantas são realidades encontradas no dia a dia das lavouras. Por isso, aprender a conviver e a reduzir os impactos na agricultura é o objetivo prático da fitopatologia. Viabilizar novas formas de controle tem sido objetivo buscado por todos.

Por muito tempo a agricultura foi marcada pelo uso, muitas vezes, indiscriminado do controle químico, popularmente conhecido como agrotóxicos, pesticidas, praguicidas ou remédios de plantas. O controle químico era o único e/ou mais eficiente método de controle de doenças de plantas. O início da aplicação dos defensivos agrícolas se deu por meio do inseticida DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), usando em amplo aspecto, para diferentes pragas, e em grandes quantidades após a segunda guerra mundial. Contudo, em 1962, Rachel Carson, iniciou os primeiros questionamentos sobre os efeitos adversos do DDT sobre a animal e vegetal, seus estudos levam-na a publicar o livro Primavera silenciosa.

Com a confirmação, após anos de estudos, dos efeitos maléficos dos defensivos agrícolas ao ambiente como um todo, começaram os estudos de formas alternativas de controle de doença de plantas. Sabemos que quanto mais se planta de forma uniforme uma cultura (monocultivo), mais surgirá doenças e insetos-pragas. Além do controle químico, a agricultura pode utilizar formas alternativas de controle, como rotação de cultura, controle biológico, de pragas e doenças, bioinseticidas, entre outros.

O livro “Manejo Sustentável de Pragas e Doenças Agrícolas” é uma obra que tem como foco reunir trabalhos que tenham como objetivo o desenvolvimento de novas formas sustentáveis de combate a pragas e doenças em plantas cultivadas.

Arinaldo Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

ATRATIVIDADE DE ISCAS DE CANA-DE-AÇÚCAR ENRIQUECIDAS COM NITROGÊNIO PARA CUPINS E FORMIGAS

Data de aceite: 02/08/2021
Data de submissão: 08/05/2021

Milaine Fernandes dos Santos
Universidade do Estado de Mato Grosso
Laboratório Centro de Estudos em Apicultura (CETApis)
Cáceres, Mato Grosso, Brasil
http://lattes.cnpq.br/9172539153762002

Carla Galbiati
Universidade do Estado de Mato Grosso
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Laboratório Centro de Estudos em Apicultura (CETApis)
Cáceres, Mato Grosso, Brasil
http://lattes.cnpq.br/4449909695203792

RESUMO: O uso de iscas atrativas é um método alternativo e eficaz para o controle de insetos que eventualmente podem causar danos em ambientes urbanos ou rurais. Nesse estudo, nosso objetivo foi avaliar a atratividade de iscas de cana-de-açúcar e nitrogênio para cupins e formigas em pastagens. Para isso, utilizamos os seguintes tratamentos: a) isca de cana-de-açúcar; b) isca de cana-de-açúcar com cupim (nitrogênio orgânico); c) isca de cana-de-açúcar com cupim e nitrogênio inorgânico e d) isca de cana-de-açúcar sem cupim e com nitrogênio orgânico. O estudo foi realizado em laboratório e em pastagem de *Brachiaria brizantha* de uma propriedade rural no município de Cáceres – MT. No campo, as iscas testadas não foram atrativas para formigas ($F_{3,36}$= 4,02; *P*= 0,36), entretanto os cupins apresentaram preferência ($F_{3,36}$= 13,04; *P*= 0,03), sendo o tratamento de cana-de-açúcar com nitrogênio o que apresentou maior quantidade de cupins com média igual a 0,08. No laboratório, formigas da tribo Cremastogastrini apresentaram preferência entre os tratamentos ($F_{3;36}$=12,68; *P*=0,03). O tratamento de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar com cupim e nitrogênio inorgânico apresentaram maior atratividade por formigas, com médias de 0,13 e 0,06, respectivamente. Dessa maneira, é complicado definir uma estratégia simultânea para o controle de formigas e cupins, visto que estes insetos apresentaram preferências por tipos específicos de iscas em diferentes situações.

PALAVRAS-CHAVE: Cremastogastrini, iscas celulósicas, qualidade nutricional.

ATTRACTIVENESS OF A SUGARCANE BAITS WITH NITROGEN TO ANTS AND TERMITES

ABSTRACT: Attractive baits are an alternative and effective method for pest control in urban or rural environments. Here we tested the attractiveness of sugarcane nitrogen baits for termites and ants in pastures. We used the following treatments: a) sugar cane bait; b) sugar cane bait with termite (organic nitrogen); c) sugar cane bait with termite and inorganic nitrogen and d) sugar cane bait without termite and with organic nitrogen. The study was carried out in laboratory and in pasture of *Brachiaria brizantha* of a rural property in Cáceres-MT. In the field, the tested baits were

not attractive to ants (F3.36 = 4.02; P = 0.36), however termites showed preference (F3.36 = 13.04; P = 0.03) by sugarcane with nitrogen with an average equal to 0.08. In laboratory conditions, ants from the Cremastogastrini tribe showed preference between treatments (F3; 36 = 12.68; P = 0.03). The treatment of sugarcane and sugarcane with termites and inorganic nitrogen showed greater attractiveness for ants, with averages of 0.13 and 0.06, respectively. Therefore it is complicated to define a simultaneous strategy for ants and termites control, since these insects showed preferences for specific bait types in different situations.
KEYWORDS: Cremastogastrini, cellulosic baits, nutritional quality.

1 | INTRODUÇÃO

Formigas e cupins são abundantes nos ecossistemas terrrestres tropicais (GULLAN & CRANSTON, 2017). Esses insetos são importantes para a manutenção de serviços ecológicos, porém eventualmente podem provocar prejuízos econômicos em ambientes urbanos e rurais (GOVORUSHKO, 2019; SUBEKTI; PRIYONO; AISYAH, 2018; ZANETTI et al., 2003). O uso de iscas atrativas é um método alternativo e eficaz para o controle desses organismos, no entanto, é fundamental que estas sejam atraentes e agradáveis aos insetos (COSTA-LEONARDO, 1996).

Vários estudos são realizados para definir quais os melhores tipos de iscas para insetos, como por exemplo: iscas à base de celulose (CAMPOS et al., 1998), iscas com recurso energético (SOARES et al., 2006), iscas à base de proteínas (ALBUQUERQUE; DIEHL, 2009; ERŐS et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2009) ou mesmo iscas que utilizam feromônios (HOEFELE et al., 2020). Nesse sentido, o enriquecimento de tipos específicos de iscas com substâncias que contribuam com a qualidade nutricional, como por exemplo, o uso do nitrogênio, pode torná-las mais atrativas e consequentemente ainda mais eficiente no controle de cupins e formigas (NGUGI; JI; BRUNE, 2011).

O nitrogênio exerce relevante papel na fecundidade dos insetos, influenciando as proles com o seu poder energético, qualidade e quantidade de aminoácidos presentes (EDWARDS; WRATTEN, 1981). Aqui buscamos investigar se iscas de cana-de-açúcar e nitrogênio são atrativas para cupins e formigas em pastagens de *Brachiaria brizantha* (Stapf, 1919) no município de Cáceres, MT, Brasil. Para isso foram testadas três hipóteses, H1: as formigas usam os cupins depositados nas iscas de cana como alimento; H2: as formigas alimentam-se das iscas com nitrogênio não orgânico; H3: os cupins são atraídos por iscas com nitrogênio não orgânico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em laboratório e em pastagem de *B. brizantha* de uma propriedade rural (16° 02’ 28.2’’ S, 057˚ 39’ 11.4’’ W) localizada no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. A propriedade mencionada está circundada por vegetação de Cerrado. Tanto em campo quanto em laboratório foi investigada a atratividade de insetos em iscas à

base de celulose enriquecidas com nitrogênio e proteína. Os tratamentos utilizados foram: a) isca de cana-de-açúcar; b) isca de cana-de-açúcar com cupim (nitrogênio orgânico); c) isca de cana-de-açúcar com cupim e com nitrogênio inorgânico e d) isca de cana-de-açúcar sem cupim e com nitrogênio orgânico. As espécies *Cornitermes snyderi* Emerson, 1952 (Blattodea: Termitidae) e *Spinitermes trispinosus* (Hagen, 1858) (Blattodea: Termitidae) foram utilizadas para a composição das iscas com cupim. *C. snyderi* e *S. trispinosus* foram coletados previamente em um único ninho epígeo da mesma pastagem.

2.1 Experimento de campo

O experimento de campo foi conduzido para verificar a eficiência das iscas na atratividade de cupim e formiga. Utilizamos um *grid* com 40 iscas, sendo formado por 10 repetições para cada tratamento. O *grid* foi circundado por 28 iscas usadas como bordas, para que todas as iscas fossem cercadas por outras quatro. Para a instalação do experimento, foi retirada a vegetação abaixo das iscas objetivando o máximo de contato com o solo. A distância entre iscas foi de 1 metro ocupando uma área total de 11 x 6 metros. As iscas foram confeccionadas utilizando os entrenós da cana-de-açúcar em um tamanho padrão de 20 cm. Para as enriquecidas com nitrogênio foi usada uma solução de sulfato de amônia 3% peso/ volume, sendo que cada isca recebeu 3g de [(NH4)2SO4], ou seja, 100 ml da solução.

Os cupins que faziam parte da composição das iscas foram substituídos semanalmente. Durante as avaliações foram observadas as ocupações das iscas por cupim e formiga, além de observar se as formigas alimentavam-se dos cupins ou se estavam apenas forrageando. As iscas com apenas vestígios de ocupação como fezes, marcas de alimentação e sem a presença de cupins ou formigas foram consideradas desocupadas. Os insetos foram coletados e armazenados em álcool 70% para posterior identificação taxonômica.

2.2 Experimento de laboratório

O experimento foi conduzido para verificar a eficiência das iscas na atratividade do morfotipo de formiga mais ocorrente no experimento de campo (tribo Cremastogastrini). Utilizamos 10 arenas confeccionadas com recipientes plásticos (1.000 ml). Em cada lado da arena foram abertos quatro túneis para o depósito dos quatro tipos de iscas testadas. As iscas foram compostas por pedaços de cana-de-açúcar padronizados em 1,0 cm e enriquecidos com uma solução de sulfato de amônia. Cada isca recebeu 0,3 mg de [(NH4)2SO4], ou seja, 5 ml da solução, sendo posteriormente colocadas em canudos plásticos.

Previamente a montagem do experimento, as formigas utilizadas foram armazenadas em tubos de ensaio durante 24 horas. Em cada arena foi acondicionada uma formiga, para que esta fosse atraída pelas iscas. As observações foram realizadas de duas em duas horas, entre 8:00 am a 18:00 pm, o que totaliza seis avaliações. As iscas consideradas ocupadas apresentaram formigas infestando-as ou alimentando-se dos cupins. Aquelas

que apresentaram vestígios de ocupação como fezes, marcas de alimentação sem a presença de formigas foram consideradas desocupadas.

2.3 Análises estatísticas

Análise de variância (ANOVA) foi utilizada para testar a proporção de ocupação das iscas por cupins e formigas. A análise de dados foi realizada por meio de distribuição de erros binomial. Teste Qui-quadrado (χ^2) ao nível de 5% foi aplicado para determinar se a proporção de iscas ocupadas por cupins e formigas apresentavam semelhanças estatísticas entre os quatro tipos de iscas. Todas as análises foram feitas usando o software R (R Development Core Team, 2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram coletadas 10 amostras de cupins e 87 de formigas. Os cupins encontrados foram *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Blattodea: Termitidae) (4 amostras) e *Termes* (Blattodea: Termitidae) (6 amostras). Entre as amostras de formigas 25 foram identificadas em nível de gênero: *Solenopsis* (09 iscas), *Oxyepoecus* (07), *Ectatomma* (03), *Pheidole* (03), *Atta* (02) e *Hylomyrma* (01), e 56 foram identificadas em nível de tribo: Cremastogastrini (33), Lasiini (15), Cardiocondylini (07) e Brachymyrmicini (01) (Tabela 1), sendo que 06 amostras não foram identificadas.

As quatro iscas testadas não foram atrativas para as formigas em campo ($F_{3,36}$= 4,02; P= 0,36). As formigas estiveram presentes em todos os tratamentos com as respectivas ocorrências: Cana-de-açúcar (29), Cana-de-açúcar e cupim (22), Cana-de-açúcar com cupim e nitrogênio (20) e Cana-de-açúcar com nitrogênio (16). A maioria dos gêneros de Hymenoptera capturados neste estudo pertencem a guilda de formigas generalistas (Tabela 1). Dessa maneira, o hábito alimentar destas formigas favoreceu a ocorrência destas em todos os tipos de iscas.

Sub-família	Tribo	Gênero	Guilda	Quantidade de iscas ocupadas
Myrmicinae	Solenopsidini	*Solenopsis*	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	09
Formicinae	Brachymyrmicini	*Oxyepoecus*	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	08
Ponerinae	Ectatommini	*Ectatomma*	Predadoras (Silvestre et al., 2003)	03
Myrmicinae	Myrmicini	*Pheidole*	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	03
Myrmicinae	Attini	*Atta*	Cortadeira (Silvestre et al., 2003)	02
Myrmicinae	Myrmicini	*Hylomyrma*	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	01

Myrmicinae	Cremastogastrini	________	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	33
Formicinae	Lasiini	________	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	15
Myrmicinae	Cardiocondylini	________	Generalistas (Silvestre et al., 2003)	07

Tabela 1: Formigas (Insecta: Formicidae) encontradas em iscas de cana-de-açúcar em *Brachiaria brizantha* em Cáceres, MT.

A hipótese (H1) de que as formigas usam os cupins depositados nas iscas de cana como alimento não foi confirmada nesta pesquisa. Apesar de resultados recentes mostrarem que iscas que tenham cupins na composição sejam efetivas na atratividade e controle de formigas (BUCZKOWSKI; MOTHAPO; WOSSLER, 2018). Resultados semelhantes também são apresentados por Lange et al. (2008). Porém de acordo com esses autores a presença de litter no substrato aumenta a atividade predatória de formigas. No nosso estudo, o litter e a pastagem foram removidos do solo para depositar as iscas, o que pode ter dificultado o acesso das formigas que exploram este tipo de guilda. Além disso, o odor das iscas influencia muito na atratividade de formigas, como por exemplo, o uso de iscas com mel e sardinha (SCHMIDT et al., 2005).

Possivelmente o odor forte da sardinha ou do mel seja mais facilmente detectado pelas formigas em relação aos cupins. Isso ficou evidente em uma coleta bem sucedida de formigas com o uso de iscas à base de sardinha na mesma área de estudo para montagem do experimento de laboratório. Associado a isso a cana-de-açúcar é mais pobre em carboidrato do que o mel. Outra questão importante é quanto ao comportamento alimentar e forrageiro das formigas. Aqui, a tribo Cremastogastrini que é considerada generalista foi a mais ocorrente em campo. E sabe-se que guildas predatórias ou mesmo espécies especialistas possuem maior impacto na predação de cupins (TUMA; EGGLETON; FAYLE, 2020).

A hipótese (H2) de que as formigas alimentam-se de iscas com nitrogênio não orgânico também foi rejeitada. Apesar de que o nitrogênio é um elemento essencial para os animais, sendo de grande relevância, por exemplo, na fecundidade de insetos (EDWARDS; WRATTEN, 1981; BEGON, TOWNSEND; HARPER, 2006). De acordo com Powell et al. (2011), iscas enriquecidas com nitrogênio são atrativas para formigas. Similarmente, Boaretto e Forti (1997), mostram que substratos com nitrogênio não orgânico, como as iscas confeccionadas com polpa cítrica desidratada, são atrativos para *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) e *Acromyrmex octospinosus* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae).

A hipótese (H3) de que os cupins são atraídos por iscas com nitrogênio não orgânico foi aceita ($F_{3,36}$= 13,04; P= 0,03). Entretanto, estudo recente mostra que a adição de nitrogênio em iscas não aumenta o consumo por cupins (SUHARA, 2020). No nosso

estudo, o tratamento de cana-de-açúcar com nitrogênio atraiu maior quantidade de cupins com média igual a 0,08, seguido de cana-de-açúcar (0,01) e cana-de-açúcar com cupim e nitrogênio (0,01) que apresentaram médias iguais (P>0.05). Não houve atratividade de cupins em iscas de cana-de-açúcar com cupim. O uso de sacarose na composição dos substratos é uma forma promissora para o desenvolvimento de iscas atrativas para cupins (WALLER; CURTIS; CURTIS, 2003).

Como por exemplo, algumas populações de *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Blattodea: Rhinotermitidae), que demonstram preferência alimentar por esse tipo substrato (WALLACE; JUDD, 2010). Apesar dos cupins terem sido encontrados na maioria das iscas com adição de nitrogênio não orgânico, ainda assim, a ocorrência nas iscas foi baixa, o que correspondeu a 10 amostras coletadas. Essa diferença pode ser em função do risco de predação de formigas por cupins (GRASSÉ, 1986) que reduz a atividade forrageira e a ocupação de iscas por térmitas.

Em laboratório, formigas da tribo Cremastogastrini apresentaram preferência entre os tratamentos ($F_{3;36}$=12,68; P=0,03), diferentemente do que foi observado em campo. Iscas de cana-de-açúcar e iscas de cana-de-açúcar com cupim e nitrogênio inorgânico apresentaram maior atratividade por formigas, com médias de 0,13 e 0,06, respectivamente. Isso pode estar relacionado com a maior oferta de açúcares e nitrogênio em condições de laboratório se comparado com o campo, onde provavelmente, o tempo de exposição das iscas pode ter prejudicado na sua qualidade.

Além disso, o tamanho reduzido das arenas diminuiu a área de forrageamento das formigas em condições de laboratório. De acordo com Solis, Bueno e Moretti (2008), formigas usam líquidos açucarados e cupins como alimento em laboratório, corroborando com nossos resultados. Nessa pesquisa, as de iscas de cana-de-açúcar com cupim (0,00) e cana-de-açúcar com nitrogênio inorgânico (0,03) apresentaram médias semelhantes. Isso pode indicar que a combinação entre cupim e nitrogênio inorgânico como substrato de iscas de cana-de-açúcar podem atrair um maior número de formigas.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

No campo, o uso de iscas de cana-de-açúcar com ausência ou presença de nitrogênio não contribui com a atratividade de formigas, sendo necessária a utilização de outros substratos, ou mesmo a substituição das iscas com menos tempo, objetivando maior qualidade destas para o controle ou amostragem de formigas. Entretanto, em condições de laboratório formigas da tribo Cremastogastrini apresentam preferências por iscas de cana-de-açúcar e nitrogênio orgânico e inorgânico. A diferença na atração de formigas por essas iscas no campo e no laboratório pode estar relacionada com a oferta de açúcar nas iscas, atratividade da fonte de nitrogênio e com o espaço reduzido das arenas em comparação com o *grid* amostral no campo. Dessa forma, torna-se difícil o uso de um tipo específico de

isca para amostrar ou controlar comunidades de formigas e cupins simultaneamente, visto que os cupins foram atraídos por cana e nitrogênio não orgânico.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Og Francisco Fonseca De Souza da Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela identificação dos cupins e ao Dr. Dinarte Gonçalves e Dr. Paulo Luiz da Silva pela identificação das formigas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. Z. DE; DIEHL, E. Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 3, p. 398–403, 2009.

BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série técnica IPEF**, v. 11, p. 31–46, 1997.

BUCZKOWSKI, G.; MOTHAPO, N. P.; WOSSLER, T. C. Let them eat termites—prey-baiting provides effective control of argentine ants, *Linepithema humile*, in a biodiversity hotspot. **Journal of Applied Entomology**, v. 142, p. 504–512, 2018.

CAMPOS, M. B. S.; ALVES, S. B.; MACEDO, N. Selection of cellulosic baits for *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) in sugarcane crop. **Scientia Agricola,** v. 55, p. 480 – 484, 1998.

COSTA-LEONARDO, A. M. A metodologia de iscas para controle de cupins subterrâneos. **Revista de Agricultura,** v. 71, p. 337-345, 1996

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das Interações entre insetos e Plantas**. Tradução de Vera Lúcia Imperatriz Fonseca. São Paulo: EPV, v. 27. 1981. 78 p.

ERŐS, K. et al. Competitive pressure by territorials promotes the utilization of unusual food source by subordinate ants in temperate European woodlands. **Ethology Ecology and Evolution**, v. 32, n. 5, p. 457–465, 2020.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Insetos:** fundamentos da Entomologia. 5. ed. Rio de Janeiro: Rocca, 2017. 441 p.

GRASSÉ, P. P. **Termitologie**: anatomie, physiologie, biologie, systematique dês términes. Paris: Masson, 1986.

GOVORUSHKO, S. Economic and ecological importance of termites: A global review. **Entomological Science**, v. 22, p. 21–35, 2019.

HOEFELE, D. et al. Effects of trail pheromone purity , dose , and type of placement on recruiting European fire ants, *Myrmica rubra*, to food baits. **Journal of Entomology Society of British Columbia**, v. 117, p. 31–41, 2020.

LANGE, D. et al. Predacious Activity of Ants (Hymenoptera : Formicidae) in Conventional and in No-till Agriculture Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, p. 1199–1207, 2008.

NGUGI, D. K.; JI, R.; BRUNE, A. Nitrogen mineralization, denitrification, and nitrate ammonification by soil-feeding termites: A 15N-based approach. **Biogeochemistry**, v. 103, p. 355–369, 2011.

OLIVEIRA, P. Y. DE et al. Ant species distribution along a topographic gradient in a " terra - firme " forest reserve in Central Amazonia. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. v. 44, p. 852–860, 2009.

POWELL, S. et al. Canopy connectivity and the availability of diverse nesting resources affect species coexistence in arboreal ants. **Journal of Animal Ecology**, v. 80, p. 352–360, 2011.

R Development Core Team. **R**: A language and environment for statistical computing: reference index version 4.0.3. Vienna Foundation for Statistical Computing, 2020.

Silvestre, R.; Brandão, C.R.F.; Silva, R.R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. *In*: **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt Bogotá, 2003, p. 113 – 148.

SCHMIDT, K. et al. Ilha João da Cunha , SC : composição e diversidade. **Biotemas**, v. 18, p. 57–71, 2005.

SOARES, N. S. et al. Levantamento da Diversidade de Formigas (Hymenoptera : Formicidae) na Região Urbana de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 324–328, 2006.

SOLIS, D. R.; BUENO, O. C.; MORETTI, T. C. Desenvolvimento de metodologia de coleta e manutenção em laboratório da formiga invasora *Paratrechina longicornis latreille* (Hymenoptera : Formicidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, p. 211–216, 2008.

SUBEKTI, N.; PRIYONO, B.; AISYAH, A. N. Biodiversity of Termites and Damage Building in Semarang, Indonesia. **Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education**, v. 10, p. 176–182, 2018.

SUHARA, H. Using phosphate to increase feeding consumption in termite *Coptotermes formosanus*. **Journal of Wood Science**, v. 66, p. 66-84, 2020.

TUMA, J.; EGGLETON, P.; FAYLE, T. M. Ant-termite interactions: an important but under-explored ecological linkage. **Biological Reviews**, v. 95, p. 555–572, 2020.

WALLACE, B. A. .; JUDD, T. M. A test of seasonal responses to sugars in four populations of the termite *Reticulitermes flavipes*. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, p. 2126–2131, 2010.

WALLER, D. A.; CURTIS, A. D.; CURTIS, A. D. Effects of Sugar-Treated Foods on Preference and Nitrogen Fixation in *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *Reticulitermes virginicus* (Banks) (Isoptera : Rhinotermitidae). **Entomological Society of America**, v. 96, p. 81–85, 2003.

ZANETTI, R. et al. Level of economic damage for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Eucalyptus plantations in Brazil. **Sociobiology**, v. 42, p. 433–442, 2003.

CAPÍTULO 2

ESTUDO COMPORTAMENTAL DE LINHAGENS DE *METARHIZIUM* EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Data de aceite: 02/08/2021
Data de submissão: 04/06/2021

Maria do Livramento Ferreira Lima
Doutora em Biologia de Fungos, Docente da SEDUC/PE
Recife-PE
http://lattes.cnpq.br/4187859752737056

Ubirany Lopes Ferreira
Doutora em Biologia de Fungos, Professora Adjunta do *Campus* Mata Norte/UPE
Olinda-PE
https://orcid.org/0000-0003-3979-1762

RESUMO: Com o aumento populacional também ocorreu uma ampliação no plantio e o surgimento de pragas em larga escala. Para o controle destas pragas pode se utilizar fungos entomopatogênicos, entre os quais *Metarhizium anisopliae* e *M. flavoviride*. Para uso destes fungos em plantios necessitamos conhecer aspectos fisiológicos, genéticos, químicos e suas ações tóxicas. Este trabalho tem como objetivo conhecer a fisiologia de diferentes isolados de *Metarhizium* ainda não caracterizados, que poderão ser selecionados para uso em pesquisa de laboratório e de campo relacionada ao controle biológico fornecidas pelo CENARGEN-EMBRAPA. Foram realizados estudos fisiológicos durante doze dias nos meios BDA (Batata Dextrose Ágar), Czapeck e Massa de Arroz, assim como em meio líquido e como métodos utilizou-se os parâmetros para observação através do Crescimento Linear, Velocidade Média de Crescimento, Peso Seco da Matéria e Esporulação. Como resultados foram observados que o meio BDA induziu o melhor Crescimento Linear (isolado CG442c) e Esporulação (CG288c), e entre os meios líquidos usados para avaliação do peso seco da matéria, Czapeck (através do isolado CG442) e Massa de Arroz (isolado CG291c) propiciaram maior peso. O meio BDA apresentar as melhores condições para os parâmetros crescimento linear e o peso seco da matéria com relação a todos os isolados. Todos os isolados apresentaram produção de conídios nos meios testados. Outros estudos utilizando os mesmos parâmetros devem ser desenvolvidos com outros isolados da espécie em estudo para propiciar um paralelo de escolha adequada no momento de utilização dos isolados em controle biológico.

PALAVRAS - CHAVE: Entomopatógeno. Esporulação. Crescimento. Controle biológico.

BEHAVIORAL STUDY OF METARHIZIUM LINES IN DIFFERENT CULTURE MEDIA

ABSTRACT: With an increase in population, came an increase in farming, causing a large-scale rise in plagues. For the control of these plagues, *Entomopathogenic fungi* can be used, including *Metarhizium anisopliae* and *M. flavoviride*. For the use of these fungi in plantations we need to know about physiological, genetic, chemical aspects and their toxic actions. This work aims to understand the physiology of different Metarhizium isolates not yet characterized, which can be selected to use in laboratory and field research related to biological control provided

by CENARGEN-EMBRAPA. Methodologically, physiological studies were carried out for twelve days in the BDA (Potato Dextrose Agar), Czapeck and Rice Mass media, as well as in liquid media and as methods the parameters for observation through Linear Growth, Average Growth Speed, Dry Weight were used. of Matter and Sporulation. As results and discussion it was observed that the BDA medium induced the best Linear Growth (isolated CG442c) and Sporulation (CG288c), and among the liquid media used to evaluate the dry weight of the matter, Czapeck (through the isolated CG442) and Rice Mass (isolated CG291c) provided greater weight. We conclude that the BDA medium demonstrated to present the best conditions for the parameters of linear growth and the dry weight of the matter in relation to all isolates. All isolates presented conidia production in the tested media. Other studies using the same parameters should be developed with other isolates of the species under study to provide a parallel of adequate choice when using isolates in biological control.
KEYWORDS: Entomopathogen. Sporulation. Growth. Biological control.

INTRODUÇÃO

O aumento desordenado da população leva a um consumo exagerado de produtos alimentícios, principalmente, os agroindustriais. Para suprir tais necessidades elevaram-se as áreas de plantio, surgindo assim um número maior de pragas nas lavouras e consequentemente o uso de agrotóxicos. Como uma alternativa ambientalista pode-se utilizar produtos biológicos encontrados na própria natureza. As pesquisas relatam vários microrganismos e citam os fungos entomopatogênicos, como os mais promissores a serem utilizados no controle biológico (ALVES, 1998a).

Os fungos entomopatogênicos são responsáveis por cerca de 80% das doenças capazes de provocar epizootias em populações de insetos (ROBBS; BITTENCOURT, 1998). Além de agirem principalmente por contato ao invés de ingestão, eles são de fácil disseminação e sua produção em larga escala em meios artificiais é relativamente simples. Os fungos se destacam como os candidatos mais promissores para o controle biológico de gafanhotos. Nas últimas duas décadas têm se registrado com certa ênfase, pesquisas relacionadas com controle de gafanhotos, mas, os principais registros de fungos infectando gafanhotos foram catalogados por autores na década de 80 (PRIOR; GREATHEAD, 1989). Fungos menos comuns, como é o caso do hifomiceto *Sorosporella* sp., também causam infecções naturais em gafanhotos (WELLIN et al., 1995).

Epizootias causadas por outros hifomicetos, principalmente *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, têm sido observadas por pesquisadores (GREATHEAD, 1992). Não se pode, contudo, entre os mais de 90 gêneros descritos na literatura se apontar um entomopatógeno sem antes conhecê-lo nos mais diferentes aspectos: fisiológicos, bioquímicos, genéticos e sua ação tóxica em humanos.

O gênero *Metarhizium* que apresenta distribuição cosmopolita tem entre suas espécies, *M. flavoviride* (que recebeu uma nova classificação (DRIVER; MILNER;

TRUEMAN, 2000) através de análise molecular como *M. anisopliae* var. *acridum*) e *M. anisopliae* que tiveram seu sucesso comprovado no controle de gafanhotos (FARIA; ALMEIDA; MAGALHÃES, 1999) e controle das cigarrinhas da cana-de-açúcar (LIMA, 1985), onde o último foi usado no controle biológico de carrapatos (BITTENCOURT et al., 1999; ATHAYDE, 2002). Esses gêneros vêm sendo aplicado no campo como bioinseticida em alguns países africanos, tendo em vista que seu uso no controle de pragas não causa nenhum dano ao meio ambiente. Essas espécies apresentam um alto grau de infectividade, redução na taxa de ovoposição, aumento na taxa de morte e patogenicidade contra insetos-praga (ATHAYDE, 2002; GOETTEL; JOHONSON; INGLIS, 1995).

Devido ao crescente uso de produtos químicos para o controle de insetos torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que visem selecionar linhagens fúngicas com potencial para o biocontrole (BATEMAN et al., 1993). *M. anisopliae* apresenta uma ampla distribuição geográfica, uma variedade grande de hospedeiro e sua ocorrência, tanto em condições naturais, quanto enzoóticas e epizoóticas (ALVES, 1998b). A referida espécie possui uma quantidade expressiva de isolados, os quais ainda não foram realizadas pesquisas circunstanciadas que abranjam desde caracterizações comportamentais à análises genéticas que facilitem a seletividade desses isolados para utilização no campo.

Com o interesse em adquirir conhecimento sobre características fisiológicas de diferentes isolados de *M. anisopliae* desenvolveu-se este trabalho, com o objetivo de estudar o comportamento de oito isolados da espécie já citada em três diferentes meios de cultivo (BDA, Czapeck e Massa de Arroz), utilizando dados relacionados com sua esporulação, velocidade de crescimento, crescimento linear e o peso seco da matéria. Estando a espécie relacionada com pragas agronômicas e veterinárias, quatro das amostras usadas foram reisoladas de carrapato bovino (*Boophilus microplus*) e as demais de insetos.

MATERIAS E MÉTODOS

Os oito isolados de *Metarhizium* usados no trabalho foram fornecidos pelo Cenargen-EMBRAPA (*Metarhizium anisopliae* var. *acridum* com código de linhagem CG288 do hospedeiro *Schistocerca pallens* e origem geográfica brasileira; *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* com código de linhagem CG288c* do hospedeiro *Schistocerca pallens* e origem geográfica brasileira; *Metarhizium flavoviride* var. *flavoviride* com código de linhagem CG291 e CG291c* do hospedeiro *Austracnis guttulosa* e origem geográfica australiana; *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* com código de linhagem CG434 do hospedeiro *Mahanarva posticata* e origem geográfica brasileira; *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* do hospedeiro *Mahanarva posticata* com código de linhagem CG434c* e origem geográfica brasileira; *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* com código de linhagem CG442 do hospedeiro *Zonocerius elegans* e origem geográfica brasileira; *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* com código de linhagem CG442c* do hospedeiro *Zonocerius*

elegans e origem geográfica brasileira), onde as linhagens identificadas com c* foram reisoladas após passagem em cutículas de carrapato bovino.

Crescimento Linear

Para cada cultura pura dos isolados de *Metarhizium* foram removidos assepticamente discos de ágar com 5mm de diâmetro contendo estruturas do patógeno, da periferia de cada colônia e transferidos para o centro de placas de *Petri*, com aproximadamente 20 mL dos diferentes meios de cultivo (BDA, Czapeck e Massa de Arroz). As placas foram inoculadas à temperatura ambiente de 28º ± 2ºC por doze dias, em regime de luminosidade contínua, com quatro repetições por isolado. O crescimento linear foi avaliado através de medições, do diâmetro das colônias, feitas em duas medições, em sentido diametralmente opostos, com o auxílio de uma régua milimetrada e estabelecendo-se a média por repetição. As leituras foram realizadas a cada 24 horas, durante doze dias, posteriormente a instalação do experimento. Das médias obtidas, construiu-se uma curva de crescimento para os diferentes meios e isolados.

Velocidade Média de Crescimento

Das médias obtidas por cada isolado nos diferentes meios, no intervalo de tempo de crescimento linear correspondente ao sexto e sétimo dia, foram estabelecidas a velocidade de crescimento utilizando uma fórmula adaptada (LILLY; BARNETT, 1951): $Vmc=C_2-C_1/T_2-T_1$, onde: Vmc= Velocidade média de crescimento; C_1=Crescimento no tempo 1 (T_1= sexto dia); C_2=Crescimento no tempo 2 (T_2= sétimo dia), sendo o resultado expresso em mm/h.

Peso Seco da Matéria

Discos dos isolados de *Metarhizium* foram inoculados em *Erlenmeyer's* contendo 100 mL de cada meio basal líquido (BD, Czapeck e Massa de Arroz), com quatro repetições para cada isolado nos diferentes meios. Para a obtenção do peso seco da matéria foi filtrado o micélio, para cada repetição, por meio e isolado. Confeccionaram-se anteriormente caixas de alumínio, que foram pesadas em balança analítica e colocadas para secar em estufa por 24 horas à 53ºC. Em seguida, o micélio foi transferido para as caixas, incubados em estufa à temperatura anteriormente citada e realizada medição dos mesmos 16 horas após a incubação. As caixas de alumínio foram pesadas novamente e subtraiu-se o peso da caixa seca, obtendo-se assim o peso seco da matéria.

Esporulação

Nas placas com doze dias de crescida, dos meios utilizados, adicionou-se 100mL de Água destilada esterilizada coletou-se todo o micélio crescido na superfície das placas transferindo-se para *Erlenmeyer's* de 250 mL, agitou-se o material em *shaker* por cinco minutos aproximadamente, procedendo-se em seguida a leitura em câmara de *Neübauer,*

usando-se a fórmula descrita por Alves (1998c).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento Linear

As médias dos dados obtidos para o crescimento linear dos isolados de *Metarhizium* nos diferentes meios de cultura revelaram que o isolado CG442c no meio BDA apresentou o maior crescimento quando comparado com os demais meios, nas condições estabelecidas neste trabalho. Os demais isolados comportaram-se de forma semelhante nos diferentes meios, não divergindo estatisticamente (Tabela 1). O crescimento linear demonstrado pelos isolados de *Metarhizium* em BDA assemelha-se com os dados obtidos na dissertação de Ferreira (2000) quando estudou o crescimento de *M. anisopliae* (PL43) e *M. flavoviride* (BR) (isolado classificado por Driver et al. (2000) como *M. anisopliae* var. *acridum*) em meio BDA nas temperaturas de 25º, 28º e temperatura ambiente (28º± 2ºC), e observou que a temperatura ambiente foi a que propiciou o maior crescimento. A temperatura é um fator importante para se evidenciar o bom desenvolvimento de colônias fúngicas, o seu efeito foi estudado por Fargues et al (1997) assim como o crescimento linear de isolados de *B. bassiana* (um outro fungo entomopatogênico muito utilizado em controle biológico) de diferentes regiões e observaram que a temperatura ótima variava entre 20 e 30ºC. A influência da temperatura na competitividade e colonização do gafanhoto migratório por *M. flavoviride* já foi estudada na década de 90, e os pesquisadores constataram que o crescimento desse fungo variou entre 25 a 40ºC (INGLIS et al., 1999). Com a *B. bassiana* apresentando resultados inferiores aos de *M. flavoviride* contra esses insetos, nas condições de oscilação de temperaturas.

Linhagem	Meios de cultura		
	Czapeck	Massa de Arroz	BDA
CG288	39.20c B*	47.00c A*	49.20bA*
CG288c	46.70bcB	75.80abA	75.60aA
CG291	51.00abB	46.40c B	71.20aA
CG291c	56.10abA	49.10c AB	47.90bB
CG434	55.10abB	78.00a A	75.40aA
CG434c	53.00abB	78.90abA	77.00aA
CG442	50.40abB	77.10abB	70.50aA
CG442c	40.20c C	71.50b B	79.80aA
CV=7.00%			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Coluna que corresponde a média de quatro repetições, com o halo expresso em mm.

Tabela 1. Crescimento linear de *Metarhizium* spp em diferentes meios de cultura com 12 dias de incubação.

A análise da taxa de crescimento dos isolados no intervalo de tempo compreendido entre o sexto e sétimo dia de crescimento revelou que para cada meio de cultura testado os isolados apresentaram comportamentos diferentes. Em meio BDA, a CG442c apresentou maior velocidade de crescimento, diferindo estatisticamente das demais. No meio Massa de Arroz os isolados apresentaram uma uniformidade no comportamento fisiológico e em Czapeck, a maior velocidade foi evidenciada pela linhagem 434 (Tabela 2).

Linhagem	Meios de cultura		
	Czapeck	Massa de Arroz	BDA
CG288	0.024467abA*	0.018225aA*	0.018225bcA*
CG288c	0.032810abA	0.015103aB	0.033333bcA
CG291	0.016663b B	0.017705aAB	0.032807bcA
CG291c	0.018745b A	0.021870aA	0.033850bcA
CG434	0.043747a A	0.017703aB	0.016140c B
CG434c	0.023435abAB	0.022910aB	0.039060b A
CG442	0.035932abA	0.021350aA	0.030727bcA
CG442c	0.030728abB	0.0171185aB	0.062497a A
CV=34.85%			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Coluna que corresponde a média de quatro repetições, com o halo expresso em mm.

Tabela 2. Velocidade média de crescimento de *Metarhizium* spp em diferentes meios de cultura entre o sexto e sétimo dia de incubação.

Peso Seco da Matéria

O BDA foi o meio que melhor propiciou peso da matéria seca. Foi verificada uma variação no peso das linhagens nos diferentes meios. No meio Czapeck as linhagens 288 e 442 mostraram menor peso, já em Massa de Arroz, as linhagens 434 e 434c apresentaram o maior peso. A linhagem 442c apresentou um maior peso em meio BDA, não apresentando diferença estatisticamente em relação às outras linhagens estudadas (Tabela 3). O peso da matéria seca também foi investigado quando observaram a autólise das duas linhagens de *M. anisopliae* var. *anisopliae* atingindo cerca de 62,7% de massa seca produzida e iniciada logo após o esgotamento da fonte de carbono (BRAGA; DESTÉFANO; MESSIAS, 1999).

Linhagem	Peso seco (g) nos meios de cultura		
	Czapeck*	Massa de Arroz*	BDA*
CG288	0.22c B	0.62aA	0.14aB
CG288c	0.42bc A	0.43aA	0.13aB
CG291	0.46ab A	0.43aA	0.14aB
CG291c	0.37bc B	0.65aA	0.16aC
CG434	0.40bc A	0.45aA	0.15aB
CG434c	0.39bc A	0.45aA	0.15aB
CG442	0.68a A	0.50aB	0.16aC

CG442c	0.50ab A	0.45aA	0.14aB
CV=28.23%			

Linhagem	Halo de esporulação (mm) dos meios de cultura		
	Czapeck*	Massa de Arroz*	BDA*
CG288	9.00abAB	1.50c B	26.50c A
CG288c	3.00b B	15.60bc B	70.70b A
CG291	3.40b B	55.60a A	3.10c B
CG291c	10.20ab A	14.40bc A	20.10c A
CG434	3.90b C	30.30b B	58.10b A
CG434c	31.10a A	11.90bc B	5.20c B
CG442	9.50ab A	10.00bc A	19.10c A
CG442c	4.80b C	13.00bc A	20.60c A
CV=28.23%			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Coluna que corresponde a média de quatro repetições.

Tabela 3. Peso da matéria seca e esporulação (10^8 esporos/mL) de isolados de *Metarhizium* em diferentes meios de cultura aos 12 dias de inoculação.

Esporulação

Foram observadas produção de conídios em todos os meios de cultura estudados, em meio Czapeck, o CG434c apresentou a maior esporulação, diferindo estatisticamente das demais. Em meio de Massa de Arroz, o CG291, e em meio BDA, CG288c (Tabela 3). Massa de Arroz foi testado pela primeira vez, em trabalhos científicos, como substrato para estudos comportamentais de fungos *in vitro*. Por ter apresentado resultados promissores e ser um substrato de baixo custo, poderá ser usado em laboratório, para manutenção de fungos entomopatogênicos. A maior esporulação dos isolados de *Metarhizium* em BDA, como já foi constatado por Ferreira (2000). Entretanto, em trabalhos desenvolvidos na década de 90 por diferentes pesquisadores foi possível observar estudos com espécies de *Metarhizium,* voltados para a produção massal de fungos, onde analisaram sua produção sobre substratos contidos em sacos de polipropileno, o substrato descrito para a produção de pré-inóculo, como o mais satisfatório, foi o arroz parboilizado (RIBEIRO, 1997; VILAS BOAS; ANDRADE; OLIVEIRA, 1996).

CONCLUSÃO

Para os isolados testados neste trabalho nos meios de cultura (BDA, Czapeck e massa de arroz), observou-se que o meio BDA demonstrou apresentar as melhores condições para os parâmetros crescimento linear e o peso seco da matéria com relação a todos os isolados.

Todos os isolados apresentaram produção de conídios nos meios testados.

Outros estudos utilizando os mesmos parâmetros devem ser desenvolvidos com outros isolados da espécie em estudo para propiciar um paralelo de escolha adequada no

momento de utilização dos isolados em controle biológico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro imprescindível para a realização deste trabalho.

Ao CENARGEM-EMBRAPA por conceder-nos os isolados de *Metarhizium.*

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: S. B. ALVES Coord. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo: Manole, 1998a; 381-289.

ALVES, S. B. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. In: S. B. ALVES Coord. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo: Manole, 1998b; 37-21.

ALVES, S. B. Técnicas de laboratório. In: S. B. ALVES Coord. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo: Manole, 1998c; 711-637.

ATHAYDE, A. C. R. Patogenicidade de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Metarhizium flavoviride* sobre ovos, larvas e teleóginas de *Boophilus microplus* na região semi-árida paraibana. [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas; 2002.

BATEMAN, R. P, CAREY, M.; MOORE, D.; PRIOR, C. The enhanced infectivity of *Metarhizium flavoviride* in oil formulations to desert locusts at low humidities. Annals of Applied Biology, 1993; 122: 152-45.

BITTENCOURT, U. R. E. P.; SOUZA, E. J.; PERALVA, S. L. F. S,; REIS, R. C. S. Eficácia do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 em teste de campo com bovinos infestados por carrapato *Boophilus microplus* (CANESTRINI, 1987) (ACARI; IXODIDAE). Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 1999; 21: 82-78.

BRAGA, G. U. L.; DESTÉFANO, R, H. R.; MESSIAS, C. L. Protease production during growth and autolysis of submerged *Metarhizium anisopliae* cultures. Revista de Microbiologia.1999; 30: 113-07.

DRIVER, F.; MILNER, R. F.; TRUEMAN, W. H. A taxonomic revision of *Metarhizium* based on a phylogenetic analysis of ribossomal DNA sequence data. Mycological Research, 2000; 104: 150-134.

FARGUES, J.; GOETTEL, M. S.; SMITS, N.; OUEDRAOGO, A.; ROUGIER, M. Effect of temperature on vegetative growth of *Beauveria bassiana* isolates from different origins. Mycologia, 1997; 89: 392-83.

FARIA, M. R.; ALMEIDA, D. O.; MAGALHÃES, B. P. Consumption of *Rhamimtocerus schistocercoides* Rehn Orthoptera: Acrididae) infected by the fungus *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 1999; 28: 99-1.

FERREIRA, U. L. Crescimento e condição nuclear de *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae* e *Metarhizium flavoviride* em meio de cultura e substratos naturais diferentes. [dissertação]. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Micologia; 2000.

GOETTEL, M. S.; JOHONSON, D. L.; INGLIS, G. D. The role of fungi in the control of grasshoppers. Canadian Journal of Botanic, 1995; 73: 875-71.

GREATHEAD, D. J. Biological control as a potential tool for locust and grasshopper control. In: LOMER, C. J.; PRIOR, C. ed. Biological control of locusts and grasshoppers. Wallingford: CAB International/IITA, 1992. p. 7-4.

INGLIS, G. D.; GRANT, M. D.; KAWCHUK, L. M.; GOETTEL, M. S. Influence os ocillating temperatures on the competitive infection and colonization of the migratory grasshopper by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium flavoviride*. Biological Control, 1999; 14: 120-11.

LILLY, V. G.; BARNETT, H. E. Physiology of the Fungi. New York, McGraw Hill Inc, 1951. 464p.

LIMA, E. A. L. A. Características citológicas e genéticas de linhagens Selvagens, mutantes e diplóides de *Metarhizium anisopliae* (Mtsch.) Sorokin. [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1985.

PRIOR, C.; GREATHEAD, D. J. Biological control of locust: the potential for the exploitation of pathogens. FAO Plant Protection Bulletin, 1989; 37:48-37.

RIBEIRO, S. M. A. Caracterização citológica e sobrevivência de *Metarhizium anisopliae* e infectividade sobre o cupim *Coptotermes* sp. [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas; 1997.

ROBBS, C. F.; BITTENCOURT, A. M. O controle biológico de gafanhotos nocivos à agricultura com o emprego de fungos imperfeitos ou hifomicetos. Biotecnologia, 1998; 6:12-10.

VILAS BOAS, A. M.; ANDRADE, R. M.; OLIVEIRA, J. V. Diversificação de meios de cultura para produção de fungos entomopatogênicos. Arquivo de Biologia e Tecnologia. 1996; 39: 128-23.

WELLING, M.; ZELAZNY, B.; SCHERER, R.; ZIMMERMANN, G. First record of the entomopathogenic fungus *Sorosporella* sp. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) from Madagascar: symptoms of infection, morphology and infectivity. Biocontrol Science and Technology, 1995; 5: 474-65.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE INSETICIDAS NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRAGAS

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 19/05/2021

Renata Adelaide Pluta
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/3832064753034998

Belmiro Saburo Shimada
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/7779627726034823

Letícia do Socorro Cunha
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/8669327845255406

Marcos Vinícius Simon
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/7955543836812510

Kamyla Letícia Rambo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/1975657727444130

Pablo Henrique Finken
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/1839530741555831

Maria Soraia Fortado Vera Cruz
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/0861458941947640

Noélle Khristinne Cordeiro
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/6166060731919405

RESUMO: O aumento da população proporcionou uma maior demanda no setor agrícola, e para atender essa demanda, é necessário a utilização de técnicas e meios de aumentar a produtividade da cultura. De acordo com as preocupações relacionados ao meio ambiente, solo e água, além dos produtos consumidos, e da insegurança alimentar, tornou-se necessário a adequação dos sistemas de produção, para um meio mais sustentável de produção, seguindo o desenvolvimento rural sustentável. Além do foco na produção sustentável, para lidar com o aumento da população, e o ataque de pragas, a tecnologia de aplicação ajuda a proporcionar maior efetividade nas aplicações de inseticidas. Ao adotar um sistema de produção com uma tecnologia de aplicação correta, juntamente com um sistema de manejo sustentável, atrelado ao uso de métodos de controle alternativos, fornece muitos benefícios em todos os aspectos, sociais, ambientais e econômicos. O controle biológico e a base de extrato vegetal vêm ganhando espaço no setor agrícola, com resultados expressivos no controle de pragas, com isso, adoção desses métodos de controle, e o manejo integrado de pragas, possibilitará maiores chances de controlar a praga, manter os inimigos naturais, e proteger a cultura, proporcionando condições que vão possibilitar a cultura atingir seu potencial fisiológico. Ao controlar as pragas, e manter um

sistema equilibrado, já evita que esses fatores impeçam o aumento da produtividade do sistema adotado, porém, a produção é composto por diversos que afetam a produtividade da cultura. Desse modo, destaca-se a importância do manejo sustentável, e da tecnologia de aplicação, pois está ligada juntamente a outros fatores, relacionados a produção da cultura.
PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Produtividade; Controle Biológico; Extrato Vegetal.

INFLUENCE OF INSECTICIDE APPLICATION TECHNOLOGY ON SUSTAINABLE PEST MANAGEMENT

ABSTRACT: The increase in population provided a greater demand in the agricultural sector, and to meet this demand, it is necessary to use techniques and means to increase crop productivity. According to the concerns related to the environment, soil and water, in addition to the products consumed, and food insecurity, it became necessary to adapt production systems to a more sustainable means of production, following sustainable rural development. In addition to the focus on sustainable production, to deal with the increase in population, and the attack of pests, the application technology helps to provide greater effectiveness in insecticide applications. By adopting a production system with the correct application technology, together with a sustainable management system, linked to the use of alternative control methods, it provides many benefits in all aspects, social, environmental and economic. The biological control and the base of vegetal extract have been gaining space in the agricultural sector, with expressive results in the control of pests, with that, adoption of these control methods, and the integrated management of pests, will allow greater chances of controlling the pest, keeping the pests. natural enemies, and to protect the culture, providing conditions that will enable the culture to reach its physiological potential. By controlling pests, and maintaining a balanced system, it already avoids that these factors prevent the increase in productivity of the adopted system, however, the production is composed of several that affect the productivity of the crop. Thus, the importance of sustainable management and application technology is highlighted, as it is linked together with other factors, related to crop production.
KEYWORDS: Sustainability; Productivity; Biological Control; Vegetable Extract.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda de alimentos decorre da necessidade de alimentar a população, mas para isso é necessário que ocorra a produção de alimentos, gerando assim os produtos para o consumo humano.

A população mundial continua em crescimento constante, e segundo a FAO (2017) em 2050 a população será de 9,8 bilhões, 29% a mais do número atual, e para alimentar toda essa população, estima-se que a produção de alimentos terá que aumentar sua produção em 70%.

Devido a essa mudança do cenário populacional há uma insegurança alimentar, em que a cada nove pessoas no mundo (ou cerca de 805 milhões de pessoas) não têm condições para ter comida suficiente e ter uma vida saudável e ativa (FAO, 2015).

Para superar essa insegurança alimentar e atender a demanda da população, é

necessário o uso de tecnologias e técnicas que possibilitem o aumento da produção e da produtividade das culturas, verificando todos os fatores que afetam a cadeia de produção, buscando escolher os melhores métodos para incrementar a produção de alimentos (SAATH; FACHINELLO, 2018; FAO, 2015; OLIVEIRA; JAIME, 2016).

Cada sistema de produção tem um modelo de produção de alimentos, com diferenças em diferentes setores e em períodos diferentes de seu ciclo de produção, porém todos os sistemas de produção visam uma produção sustentável, seguindo as diretrizes do desenvolvimento rural sustentável.

Segundo Freitag et al. (2019) e Souza et al. (2020), o desenvolvimento rural sustentável é um processo de produção que envolve os setores sociais, econômicos e ambienteis, buscando o desenvolvimento econômico, mudança social na comunidade rural e a sustentabilidade do meio ambiente.

A produção no desenvolvimento rural sustentável tem como característica a capacidade que o agroecossistema tem para manter seu rendimento no decorrer do tempo, em diversas condições, visando a manutenção da capacidade produtiva do agroecossistema, a preservação da diversidade de fauna e flora e a capacidade do agroecossistema de se autossustentar (FREITAG et al., 2019; PADILHA et al., 2018).

De acordo com Souza et al. (2020) e Peroni et al. (2018), a sustentabilidade não está somente ligada ao fator econômico, mas também aos fatores socioculturais e naturais, como saúde, educação, qualidade de vida e os recursos naturais, utilizando-se de todo o sistema ao redor sem prejudicar as gerações futuras.

Ao buscar essa sustentabilidade e o desenvolvimento rural sustentável, visando o aumento da produção de alimentos para suprir toda a demanda da população, as tecnologias e técnicas de manejo mudaram, e das técnicas relacionadas ao manejo sustentável, há a tecnologia de aplicação de inseticidas para o controle de pragas.

No controle de pragas para o melhor uso da tecnologia de aplicação, utiliza-se do MIP (Manejo Integrado de Pragas) que é conjunto de várias técnicas de controle de insetos, que segue o princípio básico, o monitoramento da flutuação populacional de pragas, com o objetivo de preservar os organismos benéficos e aumentar os fatores de mortalidade natural, e manter a população de insetos-praga em níveis abaixo de causar dano econômico (SANTOS et al., 2020; SANTOS et al., 2018).

Ao realizar o MIP, utiliza-se de diversos métodos de controle, e conforme Lins Júnior (2019), devido a necessidade do controle de pragas, surgiu diversos métodos de controle como os físicos, químicos, biológicos e culturais, que possibilitaram um manejo mais adequado das culturas, favorecendo a diminuição de aplicações químicas na agricultura.

Contudo, o uso de inseticidas na agricultura é essencial, para isso, há a utilização dos métodos de controle biológico e de origem vegetal, que vem sendo utilizados juntamente as aplicações químicas, como uma opção para a diversificação de produtos, menor uso de inseticidas químicos e como um modelo sustentável no manejo de pragas, associado com

a tecnologia de aplicação (FERREIRA et al., 2017; SANTOS et al., 2020; SANTOS et al., 2018).

2 I REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tecnologia de aplicação e o manejo sustentável de pragas

A tecnologia de aplicação é o uso de tecnologias e procedimentos, buscando de forma técnica, segura, eficiente e cuidadosa a aplicação correta de produtos sobre um alvo definido e indesejável na cultura, sem causar danos à sociedade, animais e ao meio ambiente (RODRIGUES et al., 2019; ADEGAS; GAZZIERO, 2020).

Dessa forma, a tecnologia de aplicação é importante para todo sistema de produção, tornando-se um fator de relevância na aplicação de inseticidas, e além de apresentar baixo custo em relação as outras práticas de cultivo, possibilita menor perda no processo de produção, diminui os riscos ao meio ambiente e ao aplicador, e garante deposição do produto no alvo desejado, com eficiência e sem perdas no meio ambiente (TAVARES et al., 2017; CHECHETTO et al., 2014).

Conforme Rodrigues et al. (2019) e Weber et al. (2019), a tecnologia de aplicação envolve um conjunto de fatores, e para realizar uma boa aplicação depende do uso de um bom produto, tipo, formulação, dose efetiva, facilidade, segurança, efetividade da aplicação em relação a atingir o alvo, atentando-se também ao tamanho e deposição da gota, deriva, e de uma condição climática favorável.

Além disso, tem os fatores de qualidade da água com relação à dureza, pH, sedimentos em suspensão, equipamento apropriado e regulado, compatível com o terreno e cultura, operador treinado, aplicação no momento correto, seja em relação ao estádio fenológico da planta ou do inseto na cultura (CAMARGO et al., 2020; CHECHETTO et al., 2014; TAVARES et al., 2017).

Dessa forma, a utilização correta dos inseticidas, atrelado ao manejo integrado de pragas, juntamente com a tecnologia de aplicação, e aliada a todos os benefícios da aplicação adequada, favorece manejo sustentável de pragas, com o menor uso de inseticidas químicos, e a adoção de técnicas e métodos que permitam e possibilitem a produção da cultura, e garanta a sustentabilidade do sistema de produção.

Controle biológico e de origem vegetal

Em relação ao manejo de pragas, destaca-se dois métodos de controle, são eles, o controle biológico e de origem vegetal, ou seja, inseticidas biológicos e a base de extratos vegetais, que são métodos alternativos, que propiciam efeitos similares aos produtos químicos (XAVIER et al., 2018; SANTOS et al., 2020).

O controle biológico é definido de modo geral, como um método para o manejo de

insetos, usando inimigos naturais das pragas, com a ação de parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outro organismo a um nível mais baixo do que ocorreria normalmente, como por exemplo, *Trichogramma pretiosum Riley* no controle da traça-do-tomateiro, (FERREIRA et al., 2017; ZANUNCIO JUNIOR et al., 2018).

Segundo Lins Junior (2019), a utilização de bioinseticidas à base da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* têm demonstrado alta eficiência no controle de biológico, e é uma alternativa para diminuir o uso do controle químico e proporcionar maior sustentabilidade.

A utilização do controle biológico é um método alternativo e eficaz, do mesmo modo que os produtos químicos, apenas alterando a quantidade, eficiência, durabilidade e outros fatores relacionado ao produto, mas preservando a sustentabilidade, utilizando-se de meio naturais para o controle da praga na cultura (LINS JUNIOR, 2019; SANTOS et al., 2020).

No controle com base em produtos de origem vegetal, há o uso de produtos com base em extratos vegetais derivados de plantas, ou seja, são inseticidas orgânicos, que apresentam efeitos toxicológicos para uma certa gama de insetos (DANTAS et al., 2019; ALVES et al., 2017; SILVA et al., 2017).

Com isso, ocorreu a adoção do uso dos extratos vegetais, que vem apresentando resultados significativos no controle de pragas e comprovados seus efeitos positivos, e especialmente, à eficácia do seu princípio ativo que afeta de um modo menos agressivo o meio ambiente (NERI et al., 2020; MARTIN et al., 2018).

De acordo Alves et al. (2017) e Silva et al. (2017), diversos extratos de origem vegetal são utilizados, como, *Azadirachta indica A. Juss* (Nim), *Chenopodiumambrosoides* (Mastruz), *Gossypium hirsutum* (óleo de Algodão), *Cymbopogon nardus* (óleo de Citronela), entre outros extratos que tem efeito inseticida, e que vem ganhando espaço a utilização na agricultura.

Benefícios do uso sustentável dos inseticidas

Na parte de produção agrícola a utilização de inseticidas biológicos e com base em extratos vegetais é de grande interesse, pois vem com o objetivo de manter a sustentabilidade do sistema de produção adotado, com o propósito ambiental, proporcionando um desenvolvimento rural sustentável.

Além de garantir um ambiente mais adequado para a sociedade, a utilização da tecnologia de aplicação com foco no manejo sustentável, proporciona diversos benefícios ao setor agrícola.

Os benefícios gerados são a sustentabilidade agrícola em relação à conservação dos recursos naturais, o aumento da biodiversidade nos diversos sistemas de produção (ZANUNCIO JUNIOR et al., 2018; CAMARGO et al., 2020).

Além disso, os outros benefícios são quanto a sua seletividade a ponto de funcionarem com um único grupo de organismos, ou seja, serem seletivos ao alvo, e

quanto ao ambiente, possui fácil degradação no meio ambiente, baixo custo e a facilidade de adequação (FERREIRA et al., 2017).

Somando a esses benefícios já apresentados, conforme Lins Junior (2019), outros benefícios estão na prevenção de resistências de pragas, devido a ampla gama de produtos que podem ser utilizados juntando com todos os métodos de controle, diminuir a taxa de intoxicação dos operários, agricultores, e consumidores, e preservar a sociedade como um todo para as futuras gerações.

O controle químico devido ao seu mau uso está sendo limitante, possibilitando as ocorrências de resistência às pragas, ressurgência e erupção de pragas, e muitas das vezes, que não são seletivos aos inimigos naturais, dificultando o controle das pragas e ocasionado perdas na agricultura (SANTOS et al., 2020; DANTAS et al., 2019).

A utilização dos químicos de forma inadequada causou muitos problemas, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água, dos animais, dos agricultores, favoreceu a resistência de pragas a certos agrotóxicos, alterou a forma e o sistema do solo e da fauna e flora (redução da biodiversidade e alteração da quantidade de organismos de cada grupo) (ZANUNCIO JUNIOR et al., 2018; FERREIRA et al., 2017).

Mesmo com todos os aspectos apresentados, o controle químico vem sendo utilizado devido a necessidade de produção de alimentos, porém deve haver a conscientização do melhor uso dos produtos na agricultura, seja de origem vegetal, biológico ou químico, mas sempre buscando um manejo sustentável.

Manejo sustentável e produtividade

Associando o manejo sustentável, o manejo integrado de pragas, e a tecnologia de aplicação, e aos benefícios de cada um, nota-se a grande importância no sistema de produção de alimentos, sendo um fator importante para aumentar a produção e alimentar o mundo.

Desse modo, a tecnologia de aplicação é de grande importância no manejo sustentável, devido a qualidade de aplicação, deriva, contaminações, uso excessivo, e outros fatores apresentados, que proporcionam uma aplicação correta, e somando a um manejo da cultura visando a conservação da sustentabilidade, possibilita uma produção mais sustentável (TAVARES et al., 2017; CHECHETTO et al., 2014; FERREIRA et al., 2017).

A tecnologia de aplicação pode ocorrer nos diversos sistemas de produção, porém o manejo sustentável não se encaixa em todos os sistemas, então, é crucial o conjunto de fatores do sistema de produção, desde ao planejamento à finalização da colheita.

O manejo sustentável de controle de pragas afeta a produtividade de em diversos pontos da cadeia de produção, devido aos benefícios proporcionados, e a economia gerada, antes mesmo da colheita, além da possibilidade de menos entradas na cultura, menor custo de produção, manter os inimigos naturais, entre outros (FERREIRA et al.,

2017; DANTAS et al., 2019; ALVES et al., 2017).

A produtividade da cultura é afetada por muitos fatores, e a tecnologia de aplicação no manejo sustentável de pragas, possibilita um melhor controle de pragas, que possibilitará alcançar maiores produtividades (LINS JUNIOR, 2019; SANTOS et al., 2020; CHECHETTO et al., 2014).

Assim, a utilização de uma tecnologia de aplicação adequada, aliada ao manejo sustentável, proporcionará maior chance da planta alcançar seu potencial fisiológico, pois terá menor quantidade de danos, e consequentemente uma maior produção em comparação de quando não realizado o controle de pragas corretamente (FERREIRA et al., 2017; DANTAS et al., 2019).

Dessa forma, nota-se a importância da tecnologia de aplicação no manejo sustentável de pragas, que aliada á outros fatores de produção, pode favorecer o alcance de maiores produtividades nas culturas, e assim, garantir o suprimento de alimentos para a população de modo sustentável.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de aplicação é importante para todos os sistemas de produção, e afetará o controle de pragas, e incidirá na produção da cultura.

O manejo sustentável de pragas é essencial para todos os setores, e é importante para a agricultura, traz consigo diversos benefícios, não somente ao ambiente, mas para todo o sistema de produção, sendo importante para evitar danos na cultura, e possibilitar maiores produtividades.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S; GAZZIERO, D. L. P. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. *In*: SEIXAS, C. D. S; NEUMAIER, N; BALBINOT JUNIOR, A. A; KRZYZANOWSKI, F. C; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 281-292. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1128406/1/p.-281-292-de-SP-17-2020-online.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.

ALVES, A. C. L; LEITE, F. de S; NASCIMENTO, I. N. do; OLIVEIRA, G. M. de; BATISTA, J. de L. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre cupins de pastagem em condições de laboratório. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Natal. **Anais** [....]. Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2017, p. 1-5. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Leite-Alves/publication/326546171_ATIVIDADE_INSETICIDA_DE_OLEOS_VEGETAIS_SOBRE_CUPINS_DE_PASTAGEM_EM_CONDICOES_DE_LABORATORIO/links/5c61fa19299bf1d14cbf791e/ATIVIDADE-INSETICIDA-DE-OLEOS-VEGETAIS-SOBRE-CUPINS-DE-PASTAGEM-EM-CONDICOES-DE-LABORATORIO.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

CAMARGO, L. C. M. de; GARCIA, D. de B; SAAB, O. J. G. A; PASINI, A; SARTI, D. A; DIAS, C. T. dos S. Insecticide application speed in the control of lepidopteran pests in soybean. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 1, p. 72-80, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcaat/v33n1/1983-2125-rcaat-33-01-0072.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2021.

CHECHETTO, R. G; MOTA, A. A. B; ANTUNIASSI, U. R; CARVALHO, F. K; VILELA, C. M; SILVA, A. C. A. Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no Estado de Mato Grosso. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 89-97, 2014. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/download/442/124>. Acesso em: 25 mar. 2021.

DANTAS, P. C; ARAÚJO, R. G. V. de; ABREU, L. A. de; ARAÚJO JÚNIOR, J. V. de; BATISTA, A. S; SABINO, A. R; CUNHA, J. L. X. L. DUARTE, A. G. Toxicidade de extratos vegetais em *coccidophilus citrícola* (brèthes, 1905) (coleoptera: coccinellidae). **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 2060-2067, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/1217/1082>. Acesso em: 04 abr. 2021.

FAO. **The state of food insecurity in the world 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Home, 2015.** Disponível em<http://www.fao.org/publications/sofi/en/>.

FAO. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. 2017**. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Acesso em: 19 mar. 2021.

FERREIRA, T. C; NASCIMENTO, D. M. do; SILVA, É. O. da. Métodos alternativos para controle de insetos-praga em sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 60, n. 1, p. 112-119, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2217/910>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FREITAG, C; KLESENER, H. M; PLEIN, C. Contribuições do cooperativismo solidário para agriculturafamiliar e o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Orbis Latina**, Foz do Iguaçu, v. 9, n. 1, p. 95-109, 2019. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/orbis/article/view/1526/1417>. Acesso em: 02 abr. 2021.

LINS JUNIOR, J. C. Manejo integrado de pragas na cultura do tomate: uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos. **Revista Extensão em Foco**, Caçador, v. 7, n. 1, p. 6-22, 2019. Disponível em: <https://45.238.172.12/index.php/extensao/article/view/2070/1008>. Acesso em 29 mar. 2021.

MARTIN, B. S. de S; SILVA, J. P. G. dos S; KASPER, A. A. M; CASTRO, K. C. F; BARATA, L. E. S. Controle alternativo de *Bemisia tabaci* biótipo b e toxicidade preliminar do concentrado de limonoides obtidos do resíduo industrial de sementes de *Capara guianensis*. **Revista Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 11, n. 3, p. 187-201, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Breno-De-San-Martin/publication/333934363_ALTERNATIVE_CONTROL_OF_Bemisia_tabaci_BOTYPE_B_AND_PRELIMINARY_TOXICITY_OF_LIMONOID_CONCENTRATE_OBTAINED_FROM_INDUSTRIAL_SEED_OF_Capara_guianensi/links/5d0d2e5292851cf44040d786/ALTERNATIVE-CONTROL-OF-Bemisia-tabaci-BOTYPE-B-AND-PRELIMINARY-TOXICITY-OF-LIMONOID-CONCENTRATE-OBTAINED-FROM-INDUSTRIAL-SEED-OF-Capara-guianensi.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.

NERI, D. K. P; FREITAS, M. V. P; GÓES, G. B. Extratos vegetais no controle da mosca-branca em melancia. **Revista Holos**, Natal, v. 4, n. 36, p. 1-14, 2020. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/7740/pdf>. Acesso em: 07 abr. 2021.

OLIVEIRA, N. R. F. de; JAIME, P. C. O encontro entre o desenvolvimento rural sustentável e a promoção da saúde no Guia Alimentar para a População Brasileira. **Revista Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1108-1121, 2016. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/sausoc/2016.v25n4/1108-1121/>. Acesso em: 19 mar. 2021.

PADILHA, N; CORBARI, F; ZANCO, A. M; CANQUERINO, Y. K; ALVES, A. F. A contribuição do PNAE para o desenvolvimento rural sustentável no município de Pitanga – PR. **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 7, p. 4351-4365, 2018. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/414/458>. Acesso em: 04 abr. 2021.

PERONI, N. D; PEGLOW, K; KOHLER, R. Intercooperação: estratégia para o desenvolvimento rural sustentável e promoção da segurança alimentar no Território Zona Sul (RS). **Natural Resources**, Aracaju, v. 8, n. 2, p. 1-19, 2018. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/naturalresources/article/view/CBPC2237-9290.2018.002.0001/1316>. Acesso em: 11 abr. 2021.

RODRIGUES, A. A. F; ALMEIDA, G. R. R; DUARTE, T. R. Tecnologias de aplicação de defensivos agrícolas na cultura do cafeeiro. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, Varginha, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unis.edu.br/index.php/agrovetsulminas/article/view/268/246>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SAATH, K. C. de O; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/resr/v56n2/1806-9479-resr-56-02-195.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SANTOS, J. R. dos; MAIA, A. G. de F; COSTA, A. F. da; GODOY, M. S. de; SILVA, R. I. R. Eficiência de métodos de controle na supressão da *Spodoptera frugiperda* (smith) na cultura do milho. **Revista Inova Ciência e Tecnologia**, Uberaba, v. 4, n. 1, p. 7-13, 2018. Disponível em: <http://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/download/360/263>. Acesso em: 14 abr. 2021.

SANTOS, J. R. dos; MAIA, A. G. de F; COSTA, A. F. da; GODOY, M. S. de; SILVA, R. I. R. Influência dos métodos de controle da lagarta-do-cartucho sobre o desenvolvimento e produção de milho. **Revista Conexões Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 14, n. 4, p. 31-38, 2020. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/download/1471/1501>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SILVA, E. C. da; VIEIRA, D. D; LEONEL, L. V. Comparação da atividade inseticida de *Chenopodiumambrosoides* e *Azadirachta indica* no controle de *Sitophilus zeamais*. **Revista Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 26, n. 4, p. 554-559, 2017. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/download/2446-8355.2017v26n4p554-559/1837>. Acesso em: 29 mar. 2021.

SOUZA, L. L; MENDES, F. A. T; BORGES, N. S; COSTA, J. M. da; FERREIRA, E. Y. de C. S; ALEIXO, L. L. de S; SILVA, E. V. da S. O debate em torno da sustentabilidade: desenvolvimento rural sustentável – Revisão de literatura. **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 96305-96322, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/21300/17008>. Acesso em: 04 abr. 2021.

TAVARES, R. M; SILVA, J. E. R. da; ALVES, G. S; ALVES, T. C; SILVA, S. M; CUNHA, J. P. A. R. Tecnologia de aplicação de inseticidas no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 16, n. 1, p. 30-42, 2017. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/download/719/1273>. Acesso em: 16 abr. 2021.

WEBER, N. C; SANTOS, E. M. dos; RUSSINI, A; SILVA, F. F. da. Qualidade da aplicação de inseticida na cultura da soja realizada em diferentes condições climáticas e operacionais. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 124-133, 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b188/75b9ea9a19d391d50a0eaad96d9ff04c75dd.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

XAVIER, W. P; RAMOS, E. G; VIANA, G. da S; CHIQUETE, S. M; MARINHO, A. B; BORGES, F. R. M. Produção de biopesticidas para o controle ecológico de pragas agrícolas em hortas orgânicas. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 4, p. 2808-2813, 2018. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/991/pdf_492>. Acesso em: 16 abr. 2021.

ZANUNCIO JUNIOR, J. S; LAZZARINI, A. L; OLIVEIRA, A. A. de; RODRIGUES, L. A; SOUZA, I. I. de M; ANDRIKOPOULOS, F. B; FORNAZIER, M. J; COSTA, A. F. da. Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. **Revista Científica Intelletto**, Venda Nova do Imigrante, v. 3, n. 3, p. 18-34, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3582/1/Manejo-agroecologico-de-pragas-v3-n3-2018.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2021.

CAPÍTULO 4

MANEJO INTEGRADO DE BACTERIOSES: UMA REVISÃO

Data de aceite: 02/08/2021
Data de submissão: 18/06/2021

Tauane Santos Brito
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/9985675185784615

Shirlene Souza de Oliveira
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/8586153253134310

Odair José Kuhn
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/0333372790090109

Roberto Cecatto Junior
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/0317206730872567

André Silas Lima Silva
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/7793017446344591

Edivam de Bonfim
Centro Universitário Assis Gurgaz
Cascavel, Paraná
http://lattes.cnpq.br/5050811723880882

Deise Cadorin Vitto
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/0777889574862376

Alexandre Wegner Lerner
Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná
http://lattes.cnpq.br/4091567859320449

RESUMO: Prevenir doenças em plantas com pesticidas e antibióticos é comum, porém observa-se sérios problemas como poluição do meio ambiente, prejuízos à saúde humana, resistência emergente de microrganismos e alto custo de controle. Diante disto, objetivou-se analisar o cenário atual das bacterioses em plantas e relacioná-las ao manejo integrado. Bacterioses são doenças em plantas provocadas por bactérias. As doenças bacterianas são responsáveis por perdas em muitas culturas, afetando produtividade e qualidade em todo o mundo. As bactérias geralmente causam doenças colonizando os vasos xilemáticos condutores de água, produzindo toxinas ou enzimas degradantes da parede celular ou injetando proteínas efetoras na célula da planta, interferindo na resposta protetiva. A prevenção dessas doenças por meio da utilização de produtos químicos é habitual, contudo, o controle de bacterioses abrange muito mais do que o uso de bactericidas. Existem relatos quando ao uso de variedades resistentes, seleção de genes de interesse, eliminação de hospedeiros voluntários e restos culturais, rotação de culturas com plantas não hospedeiras, uso de produtos biológicos, indução de resistência, além do uso de bactericidas oriundos de produtos naturais. A realidade atual de resistência patogênica, devido ao uso inadequado e excessivo de agentes químicos de controle, resultou em uma lacuna entre os métodos de controle. Atualmente busca-se integrar métodos de controle de efetividade conhecida com as novas tecnologias disponíveis no mercado. O manejo integrado de bacterioses demanda estudos para o entendimento da

infecção e tomada de decisão, garantindo assim a escolha de métodos que sejam mais eficientes para a situação em questão.
PALAVRAS-CHAVE: Bactérias fitopatogênicas, Manejo integrado de doenças, MID, doenças em plantas.

ABSTRACT: Preventing diseases in plants with pesticides and antibiotics is common, but serious problems such as environmental pollution, damage to human health, emerging resistance of microorganisms and high cost of control are observed. In view of this, the objective was to analyze the current scenario of bacterioses in plants and relate them to integrated management. Bacterioses are plant diseases caused by bacteria. Bacterial diseases are responsible for losses in many crops, affecting productivity and quality around the world. Bacteria usually cause disease by colonizing water-conducting xylematic vessels, producing toxins or degrading enzymes from the cell wall, or injecting effector proteins into the plant cell, interfering with the protective response. The prevention of these diseases through the use of chemicals is standard, however, the control of bacteriosis covers much more than the use of bactericides. There are reports of the use of resistant varieties, selection of genes of interest, elimination of voluntary hosts and crop residues, crop rotation with non-host plants, use of biological products, induction of resistance, and the use of bactericides from natural products. The current reality of pathogenic resistance, due to inadequate and excessive use of chemical control agents, has resulted in a gap between control methods. Nowadays, it seeks to integrate known methods of efficient control with the new technologies available in the market. The integrated management of bacteriosis requires studies for the understanding of infection and decision making, thus ensuring the choice of methods that are more efficient for the situation in question.
KEYWORDS: Plant pathogenic bacteria, Integrated disease management, DIM, plant diseases.

1 | INTRODUÇÃO

As bactérias estão entre as principais classes de microrganismos que podem desenvolver associações benéficas ou patogênicas com as plantas. Essas bactérias podem viver externa ou internamente em sua planta hospedeira, nomeadas epifíticas, aquelas que vivem nas superfícies foliares das plantas, e rizosféricas, as que habitam as raízes das plantas no solo. Ainda, algumas bactérias que colonizam internamente a planta hospedeira, são chamadas de bactérias endofíticas (AFZAL *et al.*, 2019). Existem também as bactérias mutualistas e endofíticas, que são consideradas patogênicas e estabelecem com a planta uma relação de patogenicidade (VERBON; LIBERMAN, 2016).

Devido ao ambiente rico em água e nutrientes, as plantas se tornam um lugar ideal para a sobrevivência e proliferação das bactérias. Fatores como a presença de nutrientes, umidade e pH neutro favorecem a colonização bacteriana. Essa características facilitam a virulência e consequentemente o seu ciclo de infecção, que atua diretamente nas funções vitais do hospedeiro, permitindo crescimento e colonização do patógeno em questão

(GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Como consequência, as doenças bacterianas são responsáveis por perdas consideráveis em muitas culturas, afetando sua produção e qualidade em todo o mundo. A prevenção dessas doenças se faz por meio da utilização de produtos químicos, pesticidas e antibióticos são de uso habitual, porém tem-se observado que essa utilização ocasiona sérios problemas de poluição ao meio ambiente, prejuízos à saúde humana, resistência emergente a microrganismos e alta relação preço custos desses produtos de controle (KOTAN *et al.*, 2014).

Diante do exposto, esta revisão objetivou analisar o cenário atual das bacterioses em plantas e relacioná-las ao manejo integrado, por meio de relatos dos trabalhos realizados na área com as principais bactérias de importância econômica e cientifica.

2 I AS BACTÉRIAS E AS PLANTAS

No ambiente as plantas estão expostas a muitas bactérias localizadas na filosfera ou na rizosfera vegetal. Essas bactérias podem estar associadas apenas à superfície da planta sendo classificada como epífiticas , ou também podem residir dentro das plantas como endófiticas. É valido ressaltar que algumas bactérias estão associadas as plantas de forma comensal, ou seja, não afetam a saúde da planta. Outras estão incluídas no grupo das rizobactérias, que trazem benefícios as plantas tais como melhoria na disponibilidade de nutrientes além de promover o a expansão e crescimento radicular. Entretanto existem as bactérias mutualistas e endofíticas que são consideradas patogênicas e estabelecem com a planta uma relação de patogenicidade (VERBON; LIBERMAN, 2016).

Bactérias patogênicas entram no espaço apoplástico da célula vegetal através de estômatos, ou outras aberturas naturais, feridas de modo a ocasionar infecção na planta. Pode se dizer também que as raízes das plantas podem absorver os nutrientes disponibilizados pelas rizobactérias promotoras do crescimento das plantas (PGPRs) ou estabelecer a simbiose dos nódulos radiculares, contudo cepas fitopatogênicas também estão entre as bactérias dá rizosfera podendo estabelecer relações patogênicas com as raízes das plantas (SCHLÖFFEL; KÄSBAUER; GUST, 2019).

As perdas de produção de diversas culturas são em parte em decorrência das doenças bacterianas, nesse caso é comum observar redução da qualidade e quantidade dos produtos colhidos. Há autores que citam redução em torno de 10 a 20% da produção global de alimentos é perdida devido a doenças bacterianas adquiridas no período pré e pós colheita (SCHLÖFFEL; KÄSBAUER; GUST, 2019).

Para muitos gêneros bacterianos fitopatogênicos (*Erwinia, Pseudomonas, Ralstonia, Xanthomonas*), a compatibilidade patógeno-planta é estabelecida após a secreção de proteínas, através de um sistema de secreção específico para bactérias patogênicas. É seguida pela morte celular da célula e multiplicação de bactérias no apoplasto. Os sintomas

que aparecem a seguir dependem dos metabólitos bacterianos envolvidos, principalmente necrose (secagem localizada dos tecidos) e murcha, algumas vezes associada a toxinas bacterianas, que apodrecem devido à secreção de enzimas pectinolíticas destruindo os cimentos que dão coesão aos tecidos vegetais, formando tumores ou alterações hiperplásicas, devido a desequilíbrios de fitohormônios, sendo induzidos de forma direta ou indireta por bactérias (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

3 I BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

Em 1868 o médico francês Davaine observou pela primeira a associação de um microrganismo com uma podridão de plantas e a transmissibilidade dessa infecção pelos tecidos doentes (provavelmente era *Pectobacterium carotovorum*). Posteriormente a demonstração da existência de bactérias patogênicas em plantas ganhou forma com o maior conhecimento da microbiologia e juntamente com as descobertas de doenças bacterianas de animais e homens (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

As bactérias fitopatogênicas atualmente estão inseridas na taxonomia geral das bactérias. Existem 350 espécies, subespécies ou patovar pertencentes a 21 gêneros distribuídos em diversas famílias. São anaeróbicos estritos ou facultativos aeróbicos, não esporulados, e pertencem à subdivisão de *firmicutes* (Gram-positivos), bem como de *gracilicutos* (Gram-negativos). Uma divisão para bactérias fitopatogênicas foi criada que é somada a subespécie atual, o patovar, que é resultado da especificidade de certas bactérias para algumas espécies vegetais. Esta subdivisão em patovar não é reconhecida pelo Comitê Internacional de Nomenclatura. Diferentes patovares da mesma espécie bacteriana podem ser patógenos da mesma planta, sobre os quais podem causar doenças diferentes, com características biológicas particulares, envolvendo métodos de controle adaptados a cada um (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

As bactérias patogênicas das plantas geralmente não entram nas células hospedeiras, mas residem e crescem no espaço apoplástico entre as células vegetais. Assim causam doenças, colonizando os vasos do xilema condutor de água, produzindo toxinas ou enzimas degradantes da parede celular ou injetando proteínas efetoras especiais na célula da planta para interferir na resposta da planta (GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Pesquisa realizada por Mansfield et al. (2012) na revista *Molecular Plant Pathology* relata as dez principais bactérias fitopatogênicas de maior importância cientifica e econômica. A bactéria *Pseudomonas syringae* destaca-se por causar doenças em plantas economicamente importantes.

A *Ralstonia solanacearum*, que tem uma grande importância econômica em todo o mundo, especialmente por ter uma gama muito ampla de hospedeiros, com culturas afetadas variando de batata a banana. A *Agrobacterium tumefaciens*, baseada principalmente em sua importância científica, em especial quando a formação de tumores.

Na quarta, quinta e sexta posições estão as espécies de *Xanthomonas*, todas claramente distintas em sua patologia e alvos hospedeiros, nomeadamente *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, um dos patógenos mais graves do arroz, e *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, o agente causal da praga bacteriana da mandioca (CBB). *Os patovas de Xanthomonas campestris*, que causam doenças em uma variedade de culturas em todo o mundo. Na sétima posição, está o *Erwinia amylovora*, que causa a conhecida doença das pragas de plantas ornamentais, árvores frutíferas e arbustos. A *Xylella fastidiosa* está associada a várias doenças importantes de culturas e arbóreas. As duas espécies de *Dickeya dadantii* e *Dickeya solani*, uma vez que *Dickeya* atraiu votos significativos, muitos dos quais foram simplesmente denominados *Dickeya* spp. causam doenças economicamente importantes, principalmente na batata. E a *Pectobacterium carotovorum* causa das perdas econômicas relacionadas às doenças por podridão mole, porém a importância e as prioridades podem variar localmente de região para região (MANSFIELD *et al.*, 2012).

Ao contrário de certos fungos que produzem quitinases, as bactérias não têm os meios para forçar as barreiras físicas naturais da planta. Devem, portanto, tirar proveito das aberturas naturais (estômatos, nectários, cicatrizes de folhas, inserções radiculares) ou acidentais (lesões relacionadas a técnicas culturais ou eventos climáticos) para completar a fase inicial de penetração nos tecidos. Depois de entrar na planta, é a partir do apoplasto que a maioria das bactérias estabelece suas interações com as células da planta hospedeira. Essas interações resultarão, desde que haja compatibilidade entre o patógeno e o hospedeiro, no estabelecimento da doença. Para a bactéria, isso resultará em sua multiplicação e dispersão, para a planta pelo aparecimento dos sintomas e sua morte parcial ou total (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

4 | O QUE SÃO BACTERIOSES?

Bacterioses são doenças provocadas por bactérias, nas plantas são uma das principais causas de doenças acarretando prejuízos econômicos. A prevenção dessas doenças por meio da utilização de produtos químicos, pesticidas e antibióticos são de uso habitual, porém tem-se observado que que essa utilização ocasiona sérios problemas de poluição ao meio ambiente, prejuízos à saúde humana, resistência emergente a microrganismos e alta relação preço custos desses produtos de controle (KOTAN *et al.*, 2014).

A maioria das doenças bacterianas são causadas por infecções relacionadas a bactérias Gram-negativas *P. syringae, X. campestres, R. solanacearum, Agrobacterium tumefaciens, Xanthomonas oryzae, Pectobacterium amylovoorum, X. fastidiosa, D. dadantii, Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorume* subsp. *Atrosepticum* (MANSFIELD *et al.*, 2012).

As bactérias fitopatogênicas durante a sua evolução foram adaptando ferramentas

para a invasão e infecção de tecidos vegetais vivos de modo a buscar uma forma de sobreviver em um ambiente protegido. Muitos deles têm a capacidade de viver ou sobreviver no ambiente natural, como solo ou água (*A. tumefaciens, R. solanacearum*) ou em associação com o hospedeiro, sem um processo infeccioso declarado: esta é a fase epífita, comum em *Pseudomonas* e algumas *Xanthomonas* ou na fase endofítica mais rara (*Agrobacterium, Clavibacter xyli cynodontis*) (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

5 I CARACTERÍSTICAS DAS BACTERIOSES

As perdas ocasionadas por doenças em plantas podem atingir um montante de perdas em redor de 20 a 40 % no rendimento global das culturas (MANSFIELD *et al.*, 2012). Sabe-se que esses patógenos causam doenças diferentes em uma grande variedade de plantas no caule, folhas e frutos. Por exemplo, *Pseudomonas syringae* coloniza folhas de feijão e promove a ocorrência de doença da mancha marrom causando agregação celular (GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019). *Agrobacterium tumefaciens* causa o tumor da vesícula biliar , uma das doenças de plantas mais graves do mundo. Na natureza, essa bactéria induz o crescimento neoplásico na planta infectada e reduz o vigor e o rendimento da colheita (MANSFIELD *et al.*, 2012).

Atualmente, cerca de 200 doenças do tomate são identificadas em todo o mundo, entre elas a *Ralstonia solanacearum, que* causa a murcha bacteriana é a mais prejudicial. *R. solanacearum* tem uma gama variada de hospedeiros, com mais de 500 espécies de culturas, representando mais de 54 famílias. Ela causa murcha bacteriana nas áreas tropicais e subtropicais do mundo em muitas culturas importantes, como tomate, berinjela, banana, amendoim, azeitona, tabaco, batata, pimenta, amendoim, gengibre, etc (JAMES; MATHEW, 2017).

R. solanacearum é um patógeno do solo de planta vascular que primeiro coloniza a superfície da raiz e depois invade as raízes através de pequenas feridas naturais ou pontas das raízes. Produz polissacarídeos extracelulares, que por sua vez bloqueiam o fluxo de água, causando clorose, murcha das plantas e, finalmente, a morte da planta. A murcha bacteriana é um desafio para controlar completamente e altamente difícil de gerenciar por qualquer método de controle único, devido ao qual o patógeno pode persistir no solo por um longo tempo (NARASIMHAMURTHY *et al.*, 2019).

A *R. solanacearum* por ser uma doença de murcha vascular em batata, tomate, tabaco e banana; que é caracterizado pela síntese de exopolissacarídeos que reduzem o fluxo de água nos vasos do xilema e colonizam as frutas, aparecendo sintomas durante o armazenamento pós-colheita. Em geral, os sintomas causados por esses patógenos estão associados à interferência nas funções vitais da planta, incluindo regulação hormonal, fotossíntese , reprodução, captação de água e seu transporte, além da qualidade de seus frutos (GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Outra doença de grande importância bacteriana é a queima bacteriana da mandioca (CBB), causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. manihotis (*Xam*), que pode causar perda total nas áreas afetadas. Esta doença é distribuída em todo o mundo. O agente causal produz sintomas característicos nas plantas, como manchas angulares e translúcidas nas folhas inicialmente pequenas, mas depois combinam e subsequentemente ficam marrons; posteriormente, as manchas angulares das folhas são aumentadas e geralmente exsudam uma goma amarela pegajosa observada também em caules jovens e pecíolos. Finalmente, ocorre a desfolhamento , a murcha e a morte. A bactéria se multiplica no lado inferior das folhas (abaxial), onde forma colônias protegidas por uma substância mucosa que promove sua subsequente multiplicação epifítica. Posteriormente, obtém-se entrada através de estômatos e feridas, colonizando os espaços intercelulares do mesofilo nas folhas (RUBIO; CARRASCAL; MELGAREJO, 2017).

A *Agrobacterium tumefaciens* causa doença da vesícula biliar em uma ampla variedade de espécies hospedeiras dicotiledôneas, especialmente membros da família das rosas, como maçã, pêra, pêssego, cereja, amêndoa, framboesa e rosas. Basicamente parte do DNA da bactéria é transferido para a planta que se integra ao genoma causando produções de tumores e alterações no metabolismo da planta. Essa bactéria é transportada pelo solo é induz o crescimento de neoplastos, limitando o seu crescimento (MANSFIELD *et al.*, 2012).

A bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* é um dos agentes causais da podridão macia dos tubérculos no campo ou durante o armazenamento após a coleta essas doenças são as próximas em valor econômico ao murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* na produção de batata. *P. carotovorum* subsp. *Carotovorum* possui uma ampla variedade de hospedeiros em todo o mundo, prevalecendo em zonas moderadas e subtropicais. Como é o caso também da *Erwinia amylovora* (Burrill), que é a causa da doença de infecção mais prejudicial das árvores frutíferas em todo o mundo. Ela infecta todas as partes da planta, flores, folhas, frutos, rebentos, troncos e galhos. Quando assentados, desenvolvem-se sintomas de necrose das flores e doenças da podridão dos frutos, produzindo doenças com grandes perdas (SHAHEEN; ISSA, 2019).

Para muitas espécies bacterianas fitopatogênicas (*Erwinia*, *Pseudomonas, Ralstonia, Xanthomonas*), a compatibilidade patógeno-planta é estabelecida após a secreção de proteínas, através de um sistema de secreção específico para bactérias patogênicas. É seguida pela morte celular da célula e multiplicação de bactérias no apoplasto. Os sintomas que aparecem a seguir dependem dos metabólitos bacterianos envolvidos, e podem ser induzidos direta ou indiretamente por bactérias, principalmente necrose (secagem localizada dos tecidos) e murcha, algumas vezes associada a toxinas bacterianas, apodrecem devido à secreção de enzimas pectinolíticas que destroem os cimentos que dão coesão aos tecidos vegetais, causam tumores ou alterações hiperplásicas, devido a desequilíbrios de fitohormônios, (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

6 | MÉTODOS DE INFECÇÃO POR BACTERIOSES

O processo infeccioso bacteriano é dependente, essencialmente, da presença de água livre na superfície foliar. Desta forma, métodos de cultivo que envolvam sistemas com irrigação, principalmente via aspersão, resultam em condições favoráveis a doença durante todo o período de cultivo (MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017). Locais com irrigação, além de favorecerem o estabelecimento da doença, influenciam na disseminação do patógeno, por meio dos respingos de gotas contendo células bacterianas (GONÇALVES *et al.*, 2008), nesse sentido, alguns viveiros vem usando o tratamento da água visando o reaproveitamento evitando a disseminação de patógenos (MACHADO *et al.*, 2013; MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017).

Bactérias biotróficas e hemibiotróficas tem mecanismos para adquirir nutrientes que podem alterar o seu organismo ou manipular as células vegetais. Elas podem secretar enzimas que degradam a parede celular, quando no apoplasto, essas enzimas atuam na parede celular, liberando nutrientes para o consumo bacteriano, em especial a sacarose (MASURKA *et al.*, 2018).

A maioria dos patógenos bacterianos colonizam as plantas de forma passiva, especialmente pelas aberturas estomáticas. Como habitantes do filoplano e da rizosfera, esses microrganismos aproveitam movimentos naturais das plantas, como a abertura estomática durante o processo de captação de CO_2 e liberação de O_2 e como o crescimento radicular, onde ocorre expansão das células em crescimento (MASURKA *et al.*, 2018).

A entrada via estômato é mais comum por fornecer as bactérias não só acesso a câmera subestomática, mas a uma gama de espaços interconectados dentro do mesofilo. Contudo, algumas pesquisas indicam que os estômatos podem restringir a entrada das bactérias fitopatogênicas, via sistema imunológico da planta. Algumas bactérias biotróficas podem contornar essa restrição, manipulando a imunidade vegetal com o auxílio do ácido jasmônico (FONSECA *et al.*, 2009; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017; MASURKA *et al.*, 2018).

Patógenos, como a *Pseudomonas syringae,* por exemplo, buscando contornar os mecanismos de defesa da planta, e se adaptando para colonizar diversos hospedeiros, produzem toxinas que afetam as proteínas efetoras de células eucarióticas. Outras cepas, manipulam a homeostase hormonal, atuando na imunidade vegetal, induzindo a produção de coronatina, que imita a função do ácido jasmônico na planta, hormônio que atuaria impedindo a infecção (FONSECA *et al.*, 2009; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017).

7 | MÉTODOS DE CONTROLE DE BACTERIOSES

O controle de bacterioses abrange muito mais do que o uso de bactericidas. Visando o controle de bacteriose foliar, estudos com eucalipto tem optado por variedades resistentes (ARRIEL *et al.*, 2014; FERRAZ *et al.*, 2016; MAFIA; ALFENAS; FERREIRA, 2014; MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017). Contudo, essa característica ainda não é uma prioridade,

devido à dificuldade de se obter um indivíduo com várias características importantes no sistema de produção de madeira, além da característica de resistências as bacterioses de importância no manejo florestal (MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017).

Buscando métodos de controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. vignicola (*Xav*), pesquisadores mapearam genes de feijão-caupi a fim de identificar locais de resistência ao patógeno. Nesse sentido, a seleção de genes em culturas de interesse, destaca-se como um método de controle eficiente, mas que é aplicado principalmente em patógenos de elevada importância econômica (AGBICODO *et al.*, 2010).

Para patógenos como a *Ralstonia solanacearum,* os métodos de controle devem ser adotados com planejamento. Na ausência de um hospedeiro, a bactéria pode sobreviver em plantas hospedeiras e até restos culturais, sendo assim, métodos de controle que eliminem esses hospedeiros voluntários, eliminem restos culturais e ainda associem uma rotação de culturas com plantas não hospedeiras, são de suma importância, especialmente em regiões úmidas. O principal sitio de infecção desses organismos foi encontrado em raízes laterais, sendo assim, o uso de produtos biológicos benéficos que colonizem esses sítios de infecção também podem ser diferenciais no controle da doença (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010; COSTA; FERREIRA; LOPES, 2007; JAMES; MATHEW, 2017).

Estudos indicaram que a *R. solanacearum* sobrevive até um ano agrícola no solo, mesmo eliminando hospedeiros alternativos, e que, em situações de consorcio, o patógeno foi encontrado durante quatro anos, além de haver relatos de sobrevivência em ambientes aquáticos (GRAHAM; JONES; B, 1979; VAN ELSAS *et al.*, 2000). Nesse sentido, o tratamento de água realizado em locais em que se reaproveita a água da irrigação, em destaque na produção de mudas (MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017).

A indução de resistência, seja por aplicação de indutores ou o uso das relações planta-microrganismos, destaca-se entre os métodos de controle de bacterioses. Estudos usando micorrizas indicam que a relação simbiótica fungo-planta desencadeia alguns sistemas de defesa que protegem a planta quando em ataque bacteriano, dentre eles a indução da produção de ácido jasmônico (MORCILLO; OCAMPO; GARRIDO, 2012). Ainda, estudos com feijão relatam que alguns compostos voláteis induziram processos de defesa, ativando genes de defesa primeira e afetaram a infecção bacteriana (YI; RYU; HEIL, 2010).

O uso de bactericidas não é descartado, contudo, estudos com bactericidas alternativos que tem mostrado resultados eficientes no controle de bacterioses. Extrato de sementes de *Moringa oleífera* apresentaram potencial de controle de doenças bacterianas na pós-colheita (SOUSA *et al.*, 2016). Como alternativa de controle de *Xanthomonas albilineans*, estudo indicou que extratos hidroalcóolicos de orégano e tomilho em uma concentração mínima de 7,81 µL/mL tem atividade inibitória no desenvolvimento da bactéria (RAMOS; BORGES; TEBALDI, 2011).

Associado as técnicas anteriormente citadas, o uso de nanotecnologia destaca-se na agricultura mundial, sendo aplicável desde o tratamento de sementes até a pós-

colheita. Pesquisas indicam que as nano partículas aplicáveis a agronomia, ou apenas nanoagropartículas, podem atuar de maneira eficiente no controle de patógenos e ainda favorecer o crescimento de plantas (BAKER, S. *et al.*, 2017). A realidade atual de resistência patogênica, devido ao uso inadequado e excessivo de agentes químicos de controle, resultou em uma lacuna dentre os métodos de controle, onde as nanoagropartículas se tornam alternativas altamente eficiente, devido ao seu tamanho reduzido, facilidade de manejo, facilidade de penetração na célula patogênica e diferentes modos de ação, controlando a nível celular (BAKER, A. J., 2012; BAKER, S. *et al.*, 2017; BAKER, S.; SATISH, 2015).

8 | PESQUISAS ATUAIS

Atualmente, as pesquisas têm buscados novos bactericidas para o controle de patógenos de plantas (TORRES-GONZÁLEZ; CASAS; DÍAZ ORTIZ, 2014). Uma das ramificações dessas linhas de pesquisa, tem estudado o efeito de produtos alternativos com ação bactericida, como extratos, alcoólicos ou não, de frutos e vegetais, e especialmente plantas medicinais (RAMOS; BORGES; TEBALDI, 2011; RUEDA *et al.*, 2018; SOUSA *et al.*, 2016). Outro destaque é o uso de microrganismos benéficos, que podem ou não promover crescimento, como métodos de controle biológico (JAMES; MATHEW, 2017; MORCILLO; OCAMPO; GARRIDO, 2012; SCHLÖFFEL; KÄSBAUER; GUST, 2019).

Ainda, o uso de tecnologias do melhoramento genético tem ganhado destaque, em especial para culturas de elevado valor agregado. Pesquisas tem buscado identificar genes de resistência das culturas a determinados patógenos (AGBICODO *et al.*, 2010; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017; GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019), assim como tem pesquisado técnicas de silenciamento de genes de susceptibilidade ou ativação de genes relacionados a resistência (FONSECA *et al.*, 2009; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017).

Por fim, as nanopartículas destacam-se entre as alternativas atuais, podendo ser aplicadas tanto em práticas comuns de controle (uso de bactericidas químicos)(BAKER, A. J., 2012; BAKER, S. *et al.*, 2017; SCOTT; CHEN, 2013), como em técnicas alternativas (uso de bactericidas alternativos) (BAKER, S.; SATISH, 2015; CHAMAKURA *et al.*, 2011; LI *et al.*, 2011). As nanopartículas ainda são empregadas em técnicas pós colheita, estudadas quando a técnicas de procedimento de armazenamento, em especial filmes comestíveis de revestimento (SCOTT; CHEN, 2013).

9 | DESAFIOS DO MANEJO INTEGRADO DE BACTERIOSES

A grande lacuna do manejo de bacterioses na atualidade é a capacidade de integrar métodos de controle de efetividade conhecida com as novas tecnologias disponíveis no mercado. O controle de alguns patógenos por remoção de restos culturais (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010; COSTA; FERREIRA; LOPES, 2007; JAMES; MATHEW, 2017), rotação de culturas (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010) e tratamento hídrico (MAFIA;

TEIXEIRA; FERREIRA, 2017) é eficiente em algumas áreas, contudo, não é possível em outras.

Muitas vezes, o controle de alguma infecção é um processo lento é custoso, principalmente por se tratar de um organismos que se dispersa facilmente na água (MAFIA *et al.*, 2012; MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017). O diferencial de entender a situação e aplicar técnicas adequadas para o controle são essenciais para o sucesso da técnica aplicada.

Alguns organismos têm um amplo espectro de hospedeiros, como é o caso da *Ralstonia* (JAMES; MATHEW, 2017; MACHADO *et al.*, 2013; MAFIA; ALFENAS; FERREIRA, 2014; SHAHEEN; ISSA, 2019), já outros, atacam menos culturas, como acontece com a *Agrobacterium* (MANSFIELD *et al.*, 2012; PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001). A escolha de técnicas adequadas pode indicar se a infestação vai ser controlada, ou se vai ser estender por mais uma safra ou mais, chegando em pontos de inutilizar a área para o cultivo de determinada espécie.

Ainda, a capacidade de associar técnicas de manejo é essencial na realidade atual. Em uma sociedade mais consciente e exigente quanto a qualidade alimentar, técnicas alternativas que reduzam o uso de químicos e optem por métodos alternativos de controle são essenciais, e entre eles podemos destacar os manejos culturas, como as rotações (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010), o uso de microrganismos promotores de crescimento (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010; MORCILLO; OCAMPO; GARRIDO, 2012; VERBON; LIBERMAN, 2016) e, mais recentemente, o uso de nanopartículas (BAKER, S. *et al.*, 2017; BAKER, S.; SATISH, 2015).

10 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bacterioses são um grupo de patógenos de grande importância na atualidade, dependentes muito além de controle químico, de técnicas alternativas de controle, que considerem as particularidades das bactérias, o ambiente em que a infecção ocorre e a cultura atacada. Ainda, é necessário considerar as tecnológicas disponíveis no mercado, escolhendo a tecnologia que melhor se adequa a situação e integrando-a com outros modos de ação.

Desta forma, o estudo do manejo integrado de bacterioses é uma área ampla e complexa, que demanda um estudo complexo do caso para o entendimento da infecção e tomada de decisão, garantindo assim a escolha de métodos eficazes que sejam mais eficientes para a situação em questão.

REFERÊNCIAS

AFZAL, I. *et al.* Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. **Microbiological Research**, v. 221, n. February, p. 36–49, 2019.

AGBICODO, E. M. *et al.* Identification of markers associated with bacterial blight resistance loci in cowpea [Vigna unguiculata (L.) Walp.]. **Euphytica**, v. 175, n. 2, p. 215–226, 2010.

ÁLVAREZ, B.; BIOSCA, E. G.; LÓPEZ, M. M. On the life of Ralstonia solanacearum, a destructive bacterial plant pathogen. **Technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology**, n. March 2015, p. 267–279, 2010.

ARRIEL, D. A. A. *et al.* Wilt and die-back of Eucalyptus spp. caused by Erwinia psidii in Brazil. **Forest Pathology**, v. 44, n. 4, p. 255–265, 2014.

BAKER, A. J. The Computational Engineering Sciences: An Introduction. **Finite Elements: Computational Engineering Sciences**, n. March 2012, p. 1–11, 2012.

BAKER, S. *et al.* Nanoagroparticles emerging trends and future prospect in modern agriculture system. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 53, p. 10–17, 2017.

BAKER, S.; SATISH, S. Biosynthesis of gold nanoparticles by Pseudomonas veronii AS41G inhabiting Annona squamosa L. **Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 150, p. 691–695, 2015.

CHAMAKURA, K. *et al.* Comparison of bactericidal activities of silver nanoparticles with common chemical disinfectants. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 84, n. 1, p. 88–96, 2011.

COSTA, S. B.; FERREIRA, M. a. S. V.; LOPES, C. a. Diversidade patogênica e molecular de *Ralstonia solanacearum* da região amazônica brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 285–294, 2007.

FERRAZ, H. G. M. *et al.* Methods of inoculation and evaluation of Erwinia psidii in eucalypt. **Forest Pathology**, v. 46, n. 3, p. 240–247, 2016.

FONSECA, S. *et al.* (+)-7-iso-Jasmonoyl-L-isoleucine is the endogenous bioactive jasmonate. **Nature Chemical Biology**, v. 5, n. 5, p. 344–350, 2009.

GIMENEZ-IBANEZ, S. *et al.* JAZ2 controls stomata dynamics during bacterial invasion. **New Phytologist**, v. 213, n. 3, p. 1378–1392, 2017.

GONÇALVES, R. C. *et al.* Etiology of bacterial leaf blight of eucalyptus in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 3, p. 180–188, 2008.

GRAHAM, J.; JONES, D. A.; B, L. A. Survival of Pseudomonas solanacearum race 3 in plant debris and in latently infected potato tubers. **Ecology and Epidemirology**, v. 69, p. 1100–1103, 1979.

GUTIÉRREZ-PACHECO, M. M. *et al.* Quorum sensing interruption as a tool to control virulence of plant pathogenic bacteria. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 106, n. February, p. 281–291, 2019.

JAMES, D.; MATHEW, S. K. Compatibility Studies on Different Endophytic Microbes of Tomato Antagonistic To Bacterial Wilt Pathogen. **Iinternational Journal of Advanced Biological Research**, v. 7, n. 1, p. 190–194, 2017.

KOTAN, R. *et al.* Antibacterial effects of Origanum onites against phytopathogenic bacteria: Possible use of the extracts from protection of disease caused by some phytopathogenic bacteria. **Scientia Horticulturae**, v. 172, p. 210–220, 2014.

LI, M. *et al.* Synergistic bactericidal activity of Ag-TiO 2 nanoparticles in both light and dark conditions. **Environmental Science and Technology**, v. 45, n. 20, p. 8989–8995, 2011.

MACHADO, P. da S. *et al.* Eradication of plant pathogens in forest nursery irrigation water. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 780–788, 2013.

MAFIA, R. G. *et al.* Murcha-bacteriana: disseminação do patógeno e efeitos da doença sobre a clonagem do eucalipto. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 593–602, 2012.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, M. A. Eucalyptus resistance evaluating to bacterial wilt caused by Ralstonia solanacearum. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 649–656, 2014.

MAFIA, R. G.; TEIXEIRA, L. P.; FERREIRA, M. A. Production of eucalypt clones under two irrigation systems and the occurrence of foliar bacteriosis (Xanthomonas axonopodis Vauterin). **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 45, n. 116, 2017.

MANSFIELD, J. *et al.* Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 6, p. 614–629, 2012.

MASURKA, P. r *et al.* Invasion and Nutrient Acquisition Strategies of Phytopathogens: Fungi, Bacteria and Viruses. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 08, p. 3132–3146, 2018.

MORCILLO, R. J. L. et al. Plant 9-lox oxylipin metabolism in response to arbuscular mycorrhiza. **Plant Signaling and Behavior**, v. 7, n. 12, 2012.

NARASIMHAMURTHY, K. *et al.* Elicitation of innate immunity in tomato by salicylic acid and Amomum nilgiricum against Ralstonia solanacearum. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 22, n. October, p. 101414, 2019.

PAULIN, J.-P.; RIDÉ, M.; PRUNIER, J.-P. Découverte des bactéries phytopathogènes il y a cent ans : controverses et polémiques transatlantiques. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie**, v. 324, n. 10, p. 905–914, 2001.

RAMOS, E. T. de A.; BORGES, K. C. A. de S.; TEBALDI, V. M. R. Bactericidal activity hydroalcoholic extracts rubrastilis and lemon grass and essential oils oregano, thyme and melaleuca on Xanthomonas albilineans. **Cadernos UniFOA**, v. 17, n. Mic, p. 89–94, 2011.

RUBIO, J. S. R.; CARRASCAL, C. E. L.; MELGAREJO, L. M. Physiological behavior of cassava plants (Manihot esculenta Crantz) in response to infection by Xanthomonas axonopodis pv. manihotis under greenhouse conditions. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 100, p. 136–141, 2017.

RUEDA, E. M. S. *et al.* Extracts of Tagetes patula L . (Asteraceae): a bactericidal potential against Moko. **Revista Mexicana de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 5, p. 949–959, 2018.

SCHLÖFFEL, M. A.; KÄSBAUER, C.; GUST, A. A. Interplay of plant glycan hydrolases and LysM proteins in plant—Bacteria interactions. **International Journal of Medical Microbiology**, v. 309, n. 3–4, p. 252–257, 2019.

SCOTT, N.; CHEN, H. Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems. **Industrial Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 17–18, 2013.

SHAHEEN, H. A.; ISSA, M. Y. Scientia Horticulturae In vitro and in vivo activity of Peganum harmala L. alkaloids against phytopathogenic bacteria. **Scientia Horticulturae**, n. December 2018, p. 108940, 2019.

SOUSA, J. P. G. *et al.* Binomial influence time/temperature on the bactericida activity of aqueous extract of Moringa oleifera Lam. **Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng**, v. 24, n. 2, p. 131–138, 2016.

TORRES-GONZÁLEZ, C.; CASAS, M.; DÍAZ ORTIZ, J. E. Manejo de Ralstonia Solanacearum raza 2 a través de productos químicos y biológicos. **Iteckne**, v. 10, n. 2, p. 217–223, 2014.

VAN ELSAS, J. D. *et al.* Survival of Ralstonia solanacearum biovar 2, the causative agent of potato brown rot, in field and microcosm soils in temperate climates. **Phytopathology**, v. 90, n. 12, p. 1358–1366, 2000.

VARGAS, R. G. *et al.* Avaliação da resistência de variedades de Citrus spp. à Xanthomonas citri subsp. citri na região Noroeste Paranaense, em condições de campo. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 4, p. 235–241, 2013.

VERBON, E. H.; LIBERMAN, L. M. Beneficial Microbes Affect Endogenous Mechanisms Controlling Root Development. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 3, p. 218–229, 2016.

YI, H. S.; RYU, C. M.; HEIL, M. Sweet smells prepare plants for future stress: Airborne induction of plant disease immunity. **Plant Signaling and Behavior**, v. 5, n. 5, p. 528–531, 2010.

ZULUAGA, A. P. *et al.* Transcriptome responses to Ralstonia solanacearum infection in the roots of the wild potato Solanum commersonii. **BMC Genomics**, v. 16, n. 1, p. 1–16, 2015.

CAPÍTULO 5

PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS QUE ACOMETEM A CULTURA DA ALFACE

Data de aceite: 02/08/2021
Data de submissão: 12/05/2021

Belmiro Saburo Shimada
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/7779627726034823

Letícia do Socorro Cunha
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/8669327845255406

Juliano Cordeiro
Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR
http://lattes.cnpq.br/2299595447083298

RESUMO: A alface é uma das olerícolas de grande interesse econômico, cultivado em pequena e grande escala, a cultura da alface tem diferentes formas e tipos, atribuindo-se cada uma delas para um setor ou consumidor específico. Juntamente com as outras culturas, a alface sofre com os patógenos que acometem a sua cultura durante seu ciclo de desenvolvimento, assim, sendo necessário entender e compreender as doenças, para que possa prevenir e remediar, evitando perdas quantitativas e qualitativas. Diversas doenças afetam a cultura da alface, mas ao retratar das doenças fúngicas, têm-se o míldio, septoriose, cercosporiose, fusariose e o mofo branco. Destaca-se que as doenças fúngicas tem condições específicas para seu desenvolvimento, além de possuir uma certa importância, propiciedade, forma de propagação, sintomas, ciclo, fatores que afetam seu desenvolvimento e o controle, demonstrando que para cada doença o manejo terá que ser diferente. Para a cultura da alface, as doenças fúngicas além de prejudicar a produção, afeta a qualidade do produto, tornando-se um fator que prejudique o mercado de olerícolas, devido a exigência do consumidor por produtos melhores, de maior qualidade. Por ser uma cultura de grande interesse econômico, e um alto consumo, o estudo e o devido manejo da cultura em relação as doenças fúngicas é essencial, proporcionando maiores chances de obter um produto final de qualidade e poder atender a exigência do consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Produção; Qualidade; Olerícola; Fungo.

MAIN FUNGAL DISEASES THAT AFFECT LETTUCE CULTURE

ABSTRACT: Lettuce is one of the vegetables of great economic interest, cultivated on a small and large scale, the culture of lettuce has different shapes and types, each of which is attributed to a specific sector or consumer. Together with other crops, lettuce suffers from the pathogens that affect its crop during its development cycle, thus, it is necessary to understand and understand diseases, so that it can prevent and remedy, avoiding quantitative and qualitative losses. Several diseases affect the culture of lettuce, but when portraying fungal diseases, there is mildew, septoriosis, cercosporiosis, fusariosis and white mold. It is noteworthy that fungal diseases have

specific conditions for their development, in addition to having a certain importance, propensity, form of propagation, symptoms, cycle, factors that affect their development and control, demonstrating that for each disease the management will have to be different. For lettuce culture, fungal diseases, in addition to harming production, affect the quality of the product, becoming a factor that harms the vegetable market, due to the consumer demand for better, higher quality products. As it is a culture of great economic interest, and a high consumption, the study and the proper management of the culture in relation to fungal diseases is essential, providing greater chances of obtaining a final quality product and being able to meet the consumer's requirement.
KEYWORDS: Production; Quality; Olerícola; Fungus.

1 I INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) pertence à família Asteraceae e ao gênero Lactuca, e são descritas mais de 100 espécies desse gênero. Esta hortaliça folhosa possui alta aceitação pelos consumidores, sendo considerada a asterácea mais produzida e consumida no mundo (NUNES et al., 2016; TOFOLI et al., 2014; CASTOLDI et al., 2011).

Cultivada em pequenas hortas e grandes áreas, a cultura da alface vem sendo cultivado no cultivo intensivo e com emprego de técnicas avançadas de produção (materiais genéticos com alta produção, adubação equilibrada, cultivo protegido, manejo de irrigação, hidroponia, etc.) e comercialização tornando a alface uma das hortaliças mais populares no país (TOFOLI et al., 2014; VARGAS et al., 2012).

Esta hortaliça folhosa é a que possui maior relevância econômica no Brasil, com grande importância devido ao seu alto consumo e produção, que vem aumentando nos últimos anos, e isso decorre da preferência do consumidor e da adequada alimentação (SOUZA et al., 2019; CASTOLDI et al., 2011).

Considerando suas características para o consumo, a alface destaca-se pelo elevado teor de vitaminas A, B1, B2 e C, fibra, niacina, betacarotenos, folatos e minerais como cálcio, fósforo, magnésio, ferro, além de vários outros compostos bioativos benéficos para a saúde, com atividades anti-inflamatórias, de redução do colesterol e antibióticas (SOUZA et al., 2019; TOFOLI et al., 2014; NUNES et al., 2016).

Porém, a composição nutricional e os compostos bioativos são bem variáveis a depender do tipo e da cultivar de alface. No cenário atual do Brasil, há o cultivo de diversos tipos quanto ao formato, crocância, coloração, textura, compactação e aspecto da folha (TOFOLI et al., 2014; SOUZA et al., 2019; ARAÚJO et al., 2014).

Mas apesar das dos diversos tipos de alface, seu cultivo é limitado pelo ataque de pragas e doenças, além das plantas daninhas que dificulta a produtividade da cultura competindo por nutrientes, água, luz e espaço.

Entre as doenças acometem a cultura da alface há uma diversidade que afeta desde a semeadura, até o final do ciclo da alface, prejudicando a qualidade e a produção da alface.

Em geral a alface é uma hospedeira de muitos patógenos vegetais, que causam doenças como míldio, podridão parda, vírus do mosaico da alface, mancha bacterina, entre outras doenças que incidem na cultura (SOUZA et al., 2019; GALATTI et al., 2012).

Essas doenças causam muito dano econômico, e ao se relacionar ao clima, e ao cultivo da alface, ao se tratar de ser uma cultura com boa necessidade hídrica, favorece o desenvolvimento de muitas doenças, principalmente de fungos em locais mais úmidos, ou mesmo em cultivos protegidos (COELHO et al., 2015; BARROSO et al., 2017).

No que se refere a doenças causadas por fungos, algumas doenças que afetam a cultura da alface, como o míldio, a septoriose, a cercosporiose, a fusariose e o mofo branco (LOPES et al., 2010).

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Míldio

O míldio é uma das principais doenças da cultura da alface que acomete o cultivo protegido e campo, além de possuir uma distribuição mundial. Essa doença é importante no cultivo da alface, e destaca-se pela sua alta severidade e alto poder destrutivo, chegando a ser limitante em certas localidades, impossibilitando o cultivo da alface (NUNES et al., 2016; LOPES et al., 2010).

Locais com temperatura baixa e que propiciem as folhas estarem molhadas, seja por irrigação, chuva ou orvalho, propiciam á alta severidade da doença, tornando necessário a mudança do local de cultivo, ou mesmo adotar um sistema de cultivo protegido, ou em outros casos a utilização de outras culturas, para que evite a proliferação da doença (LOPES et al., 2010; PAVAN; KUROZAWA, 1997).

Segundo Tofoli e Domingues (2017) o *Oomycota Bremia lactucae*, produz esporângios em esporangióforos com 4 a 6 ramificações dicotômicas. Esses esporangióforos apresentam dimensões entre 430-990 x 7-16 μm, terminando em extremidades dilatadas em forma de taça, contendo 4-5 esterigmas cada taça. Os esporangióforos do míldio são finos, longos, apresentando uma coloração que varia do branco ao marrom escuro e emergindo através dos estômatos no tecido lesionado.

A doença apresenta como sintoma inicial a formação de pequenas manchas angulares, de coloração verde-clara a amarelada, na face superior da folha. De acordo com seu desenvolvimento, a coloração da parte infectada torna-se marrom e, sob condições de alta umidade, o fitopatógeno forma frutificações brancas na face inferior das folhas (NUNES et al., 2016; PAVAN; KUROZAWA, 1997).

O ciclo da doença é do tipo policíclico, de tal modo que, ao reduzir o inóculo inicial não limita o desenvolvimento da doença, devido à progressão geométrica de multiplicação de novas infecções resultando no rápido aumento da doença em sua fase crítica, possibilitando

alta severidade e alto poder destrutivo, demonstrando ser uma doença limitante no cultivo da alface (NUNES et al., 2016).

Segundo Lopes et al. (2010) o desenvolvimento da doença decorre de um ou mais fatores, e pode ser de uma semente infectada, de restos de plantas do cultivo contaminados, do solo infestado com estruturas de sobrevivência (oósporos), de estruturas do fungo carreadas pelo vento advindas de plantas doentes de cultivos próximos.

As condições propícias para a doença é uma alta umidade (chuva fina, orvalho e névoa) e temperaturas entre 12 á 20°C. Apresenta rápida disseminação através da ação de ventos, respingos e pela presença de água livre, pelas chuvas e irrigação (TOFOLI; DOMINGUES, 2017).

O controle do míldio pode ser realizado através do uso de cultivares tolerantes ou resistentes, de sementes e mudas sadias, do plantio em áreas que não estão sujeitas ao acúmulo de umidade (baixadas, próximas a fontes de água), da escolha preferencial de áreas ensolaradas e com boa circulação de ar, e se for em áreas críticas evitar o plantio em épocas favoráveis ao desenvolvimento do míldio (TOFOLI et al., 2014; ARAÚJO et al., 2014).

Os outros métodos de controle são através da redução das irrigações e das regas no final de tarde, a utilização da irrigação localizada, do plantio não adensado, da adubação equilibrada, de níveis adequados de fósforo, potássio e adubos silicatados que podem reduzir a doença, manejo correto das plantas invasoras, e em ambiente protegido e cultivo hidropônico promover circulação de ar entre as plantas (TOFOLI et al., 2014; VARGAS et al., 2012).

Além disso, pode-se realizar o controle do míldio eliminando e destruindo as plantas remanescentes, onde a colheita já foi realizada, destruir folhas eliminadas na pós-colheita e a aplicação de preventiva de fungicidas registrados (TOFOLI et al., 2014; VARGAS et al., 2012).

Apesar dos diversos métodos de controle, a doença ainda causa danos a cultura da alface, e decorre do local, ou mesmo da época do cultivo da cultura, e por ser uma doença importante e que tem alto poder destrutivo, o método principal a ser utilizado para implantação da cultura da alface é a utilização de cultivares tolerantes e resistentes.

Conforme Castoldi et al. (2011) e Araújo et al. (2014) o uso de cultivares resistentes ou tolerantes é um método de controle essencial para a cultura da alface por ser uma doença com alto poder destrutivo, e que afeta muito a qualidade da alface, assim, em casos que, ocorra alta incidência do míldio, torna-se necessário a utilização de fungicidas para o controle da doença, para poder reduzir o número e tamanho das lesões e diminuir o potencial de esporulação.

Septoriose

A septoriose é uma das doenças fúngicas que acomete a cultura da alface e

possui grande importância para a produtividade da alface (LOPES et al., 2010; TOFOLI; DOMINGUES, 2017).

Segundo Pavan e Kurozawa (1997) sua importância está no produto final e na produção de sementes, devido as lesões necróticas no limbo foliar prejudicando o valor comercial do produto, além de causar a seca das folhas pela coalescência de muitas manchas, acarretando danos na formação de sementes.

Essa doença está atrelada a condições de temperaturas amenas e alta umidade, que pode decorrer de regiões de clima ameno, épocas chuvosas, do modo de cultivo, do ambiente de cultivo e da utilização de irrigação (TOFOLI; DOMINGUES, 2017; FERREIRA et al., 2015).

De acordo com Tofoli e Domingues (2017) a *Septoria lactucae Pass* produz conídios que são filiformes, multisseptados e hialinos, apresentando-se nos tecidos afetados através da presença de picnídios escuros recobertos com uma massa de conídios chamada de cirros.

O fungo ataca principalmente as folhas, porém pode ocorrer na haste e em órgãos florais, causando manchas necróticas escuras de tamanho e forma irregulares, desenvolvendo na maior parte das vezes em folhas mais velhas, e o tecido afetado que no início da doença apresenta-se com aspecto desidratado, torna-se pardacento, apresentando muitos pontos de cor escuros, que são os corpos de frutificação do fungo (GENTIL; SILVA, 2011; PAVAN; KUROZAWA, 1997).

O ciclo da doença é policíclica e desenvolve-se com o tempo, causando grandes danos a cultura da alface, possui alta severidade e sua disseminação ocorre através de sementes contaminadas, mudas doentes e respingos de água de chuva e irrigação (LOPES et al., 2010; TOFOLI; DOMINGUES, 2017).

As condições propícias para a doença é uma alta umidade e temperaturas entre 10 á 28°C, e apresenta rápida disseminação através ação de ventos, respingos, água livre, chuvas e irrigação (PAVAN; KUROZAWA, 1997; GENTIL; SILVA, 2011).

Conforme Lopes et al. (2010) as medidas de controle são a utilização de sementes e mudas de boa qualidade, cultivares adaptadas, terrenos bem drenados, boa aeração, adubação equilibrada, rotação de culturas, eliminar os restos culturais doentes, e o uso de fungicidas.

Através da adoção das medidas de controle do septoriose a cultura da alface tem maiores chances de atingir seu potencial produtivo, atentando-se sempre ao manejo adequado da cultura, visando a melhor produção independente do local de cultivo.

Segundo Echer et al. (2016) e Ferreira et al. (2015) muitos fatores implicam na produção da alface, assim, deve-se atentar ao todo da cultura, desde o planejamento da cultura, o local de cultivo, clima, e as implicações que terá durante o cultivo da alface, desde á econômica e a ambiental.

Cercosporiose

A cercosporiose ou também denominada por mancha de cercóspora é uma das doenças que acomete a cultura da alface e destaca-se como uma doença importante para a cultura devido aos danos que causa no produto comercializável, afetando a qualidade e o valor da alface, e essa doença ocorre em cultivos no solo e em cultivos hidropônicos (CIRINO et al., 2019).

Segundo Lopes et al. (2010) e Tofoli e Domingues (2017) a doença desenvolve-se dentro de uma grande variação de temperatura, e é favorecida em ambientes em torno de 25°C e alta umidade relativa do ar (acima de 90%), tornando-se mais destrutiva e causando mais dano na alface.

De acordo com Cordeiro et al. (2019) e Lopes et al. (2010) a *Cercospora longissima* apresenta conídios hialinos, filiformes, multisseptados que são produzidos em conidióforos.

A disseminação da cercosporiose ocorre através de sementes infectadas ou do vento e água, e ocorre devido a produção de seus esporos sobre a mancha e também pelo inóculo que advém dos restos culturais não decompostos, propiciando um local de produção de inóculos da doença (NOGUEIRA et al., 2020; CIRINO et al., 2019).

Conforme Cordeiro et al. (2019) ao incidir na alface os sintomas da doença aparecem nas folhas mais velhas, formando pequenas manchas amarronzadas, com halo amarelado e centro mais claro. As manchas possuem bordas definidas e sua distribuição é bem individualizada, e em casos que há infecções mais intensas, observa-se o coalescimento das lesões, provocando a queima das folhas.

O ciclo da doença é policíclica, e ela sobrevive em restos culturais, sendo necessário adotar um manejo que evite a propagação de seus inóculos pelos restos culturais, diminuindo assim, a incidência da doença na cultura da alface (KOSHIKUMO, 2007; NOGUEIRA et al., 2020; CIRINO et al., 2019).

As condições propícias para a doença é ambientes em torno de 25°C e com alta umidade relativa do ar, que favorece o seu desenvolvimento e estabelecimento na cultura, para assim, afetar a qualidade da alface (TOFOLI; DOMINGUES, 2017; LOPES et al., 2010).

O controle da cercosporiose pode ser realizado através do uso de mudas e sementes sadias, cultivares adaptadas, terrenos drenados, eliminar fontes de inóculo do cultivo (restos de cultura infectados), bom arejamento entre as plantas, utilizar irrigação por gotejamento (evitar o encharcamento do solo), realizar adubação adequada e realizar a rotação de culturas (reduzir a fonte de inóculo) (CORDEIRO et al., 2019; LOPES et al., 2010; CIRINO et al., 2019).

Além desses métodos de controle, há o controle químico, através do uso de fungicidas, e também a utilização de produtos naturais que possuam o mesmo efeito fungicida (CIRINO et al., 2019; LOPES et al., 2010).

Assim, com a utilização dos diversos métodos de controle, pode-se melhor manejar a cultura da alface, sempre utilizando-se de meios preventivos para evitar que a doença se estabeleça no campo, evitando contaminação e a infecção das plantas, possibilitando o cultivo da cultura da alface.

Muitos fatores influenciam para a produção da alface, e no que se refere à cercosporiose, o manejo adequado da doença pode ser um fator fundamental para a produtividade da alface, além de proporcionar uma boa qualidade e também uma lucratividade para o produtor, mesmo não possuindo as melhores condições de cultivo (AQUINO et al., 2014; CIRINO et al., 2019).

Fusariose

A fusariose é uma doença fúngica do solo conhecida também como murcha de fusário, e possui um patógeno altamente destrutível, o *Fusarium oxysporum f. sp. lactucae*, sendo um dos fungos fitopatogênicos mais conhecidos devido à sua importância econômica (GEISER et al., 2013). Além disso, apresenta ampla distribuição por acometer inúmeros hospedeiros.

A murcha de fusário da alface é uma doença de importância mundial que provoca grandes perdas econômicas e é considerada uma grande ameaça à cultura da alface no Brasil. A doença afeta de forma significativa o estande, a produtividade e a qualidade, podendo causar perdas superiores a 70%. *Fusarium oxysporum f. sp. lactucae* possui micélio vigoroso que pode variar do branco ao roxo, apresenta hifas septadas e produz macro e microconídios curvos, fusiformes, septados ou não e produz estruturas de resistência denominadas clamidósporos (TOFOLI et al., 2015).

De acordo com Tofoli e Domingues (2017), a ocorrência da fusariose é mais frequente no verão, quando prevalecem períodos com altas temperaturas e umidade e é considerada uma doença monocíclica. A maioria dos tipos de alface cultivados (crespa, lisa, americana e mimosa) é suscetível à doença. Além da alface, a fusariose afeta também outra astereacea a *Valerianella locusta*, conhecida também como alface de cordeiro.

De acordo com estudos feitos por Garibaldi et al. (2004), o fungo sobrevive no solo por pelo menos três anos através de estruturas de resistência, que são os clamidósporos. O patógeno também sobrevive em sementes e esta é a sua principal forma de disseminação a longas distâncias. Outras formas de disseminação do patógeno são mudas contaminadas, solo aderido à calçados, máquinas e implementos e escorrimento superficial de água no solo (CABRAL et al., 2015).

Segundo Tofoli et al. (2015), o uso de sementes infectadas é considerado o modo mais importante de disseminação da doença. A introdução do fungo em áreas sadias é feita através do plantio de mudas infectadas. No campo, a transmissão da doença deve-se principalmente ao uso de implementos e ferramentas agrícolas infestados, água de irrigação, chuvas e circulação de pessoas e veículos.

O fungo ataca plantas em qualquer idade, sendo que infecções em plantas novas, ainda na sementeira ou bandejas de mudas, geralmente resulta em rápida murcha e morte das plantas (BLANCARD et al., 2006). No campo, plantas infectadas por este patógeno ficam inicialmente cloróticas e raquíticas. Com o progresso da doença, os sintomas se agravam e podem incluir a murcha das folhas com morte das folhas mais velhas podendo causar a morte de toda a planta. O escurecimento vascular é característico da doença e é um aspecto importante para a sua identificação (DAVIS et al., 1997; BLANCARD et al., 2006; LOPES et al., 2010; SCOTT et al., 2010; CABRAL et al., 2012).

Segundo Tifoli et al. (2015), os sintomas característicos da doença são: amarelecimento das folhas basais, perda de vigor, atrofia generalizada, não formação de cabeça, listras marrons ou negras no sistema vascular, córtex acastanhado ou avermelhado, murcha progressiva, redução do sistema radicular e morte de plantas . No campo, a fusariose afeta plantas ao acaso e pode ocorrer associada a outras doenças como a queima da saia (*Rhizoctonia solani*) e a murchadeira (*Thielaviopsis basicola*).

O fungo persiste no solo por meio de clamidósporos (estruturas de resistência) e permanece viável por várias estações, o que dificulta seu manejo (SINGH et al., 2010). O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas do solo e do ar em torno de 28ºC. Dessa forma, com condições ambientais favoráveis o fungo germina e ocorre sua penetração nas raízes do hospedeiro, entrando no sistema vascular e utilizando dos vasos do xilema para colonizar o hospedeiro e promover o entupimento dos vasos com micélio ou esporos. Este entupimento causa descoloração vascular e foliar, baixa estatura das plantas, amarelecimento das folhas mais velhas, murcha e frequentemente levando a morte das plantas (MCGOVERN, 2015).

O manejo da murcha de fusário da alface pode ser feito por meio da adoção simultânea de várias práticas de controle, evitando-se a infestação de áreas novas de plantio pelo uso de sementes tratadas e mudas sadias e de boa qualidade. Também evitar o trânsito de tratores, implementos agrícolas e de pessoas de talhões contaminados para novas áreas. Em locais já infestados pelo patógeno, pode-se utilizar a rotação de culturas por pelo menos três anos, com qualquer outra espécie, uma vez que o fungo é patógeno específico da alface. Pode-se também fazer solarização do solo e incorporação de matéria orgânica (DAVIS et al., 1997; BLANCARD et al., 2006; LOPES et al., 2010; CABRAL et al., 2012).

Apesar de todas as medidas preconizadas para o controle da murcha de fusário da alface, o método mais eficiente e viável para o produtor tem sido o plantio de cultivares com resistência genética (BLANCARD et al., 2006; CABRAL et al., 2012; CABRAL; REIS, 2013).

Para Tofoli et al. (2012), o controle deve ser feito de acordo com a adoção de medidas que visem a evitar o aparecimento da doença, reduzam o potencial de inóculos ou dificultem a sua disseminação, como, evitar o plantio em áreas com histórico da doença, plantar cultivares resistentes/tolerantes, fazendo uso de sementes sadias ou tratadas, uso

de adubação e irrigação de forma moderada, realizando rotação de culturas por três a cinco anos visando a redução do inóculo, evitando o plantio em estações favoráveis a doença (primavera e verão), eliminação e destruição de plantas doentes e restos culturais que possam servir de substrato para a sobrevivência do patógeno na área, desinfestação de ferramentas, implementos, sapatos e botas e fazer uso da solarização associada a agentes de controle biológico (*Trichoderma harzianum*).

Mofo branco

Na produção de hortaliças, o *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco) constitui um sério problema, em especial em alface quando cultivadas em solos contaminados em condições de temperatura amena e alta umidade, como em solos irrigados. O fungo é comumente encontrado em lavouras comerciais de hortaliças nas regiões Sul e Sudeste do país, causando perdas de até 100%. O patógeno tem importância por causar perdas significativas na produtividade em várias culturas (REIS et al., 2007).

De acordo com Tofoli e Domingues (2017), a doença é favorecida por períodos úmidos e temperaturas que variam de 10 a 20° C, sendo mais severa após o fechamento da cultura.

O ataque deste patógeno pode ocorrer em qualquer estádio de desenvolvimento da planta, principalmente próxima à colheita. Os escleródios permanecem por vários anos no solo, o que torna a doença difícil de ser controlada (PAVAN; KUROZAWA, 1997).

Especificamente em alfaces, a infecção se dá na fase adulta da planta, quando a folhagem compacta mantém a umidade (LOPES et al., 2010). A doença distribui-se por todas as regiões agrícolas, onde predominam condições de alta umidade e temperatura elevada, já que este fungo tem o seu desenvolvimento ótimo na faixa de 27-30 ºC (AYCOCK, 1966; PUNJA, 1985). A transmissão por meio de sementes não depende apenas da constatação de sua presença, mas também de fatores bióticos e abióticos, relacionados ao fungo e à hospedeira envolvida (HENNEBERG et al., 2012).

Sua disseminação se dá principalmente por sementes infectadas. A germinação carpogênica de escleródios pode liberar muitos ascósporos transportados pelo ar, que são de difícil controle, fazendo que o mofo branco seja uma das doenças mais prejudiciais economicamente (SUN et al., 2017).

Os sintomas do mofo-branco são muito semelhantes nas diversas culturas e iniciam-se na junção do pecíolo com a haste, aproximadamente de 10 a 15 cm acima do solo com a formação de micélio branco abundante sobre as partes atingidas, onde as flores e folhas desprendidas ficam geralmente retidas. O início da infecção geralmente coincide com o 'fechamento' da cultura e o florescimento, quando pétalas de flores senescentes são colonizadas pelo fungo que, a seguir, invade outros órgãos da planta. Os tecidos dos ramos atacados são invadidos e, com a extensão da necrose, a planta pode apodrecer, morrer, e transmitir a doença para as plantas vizinhas. Os ramos doentes se tornam desbotados

(esbranquiçados a cinza claro), secos, parecendo ossos de animais. Estes desenvolvem cavidades internas (a medula é destruída) que são preenchidas com micélio e escleródios do patógeno. Frutos, tubérculos e raízes tuberosas também são atacados e apodrecem, podendo desenvolver um mofo branco e escleródios na superfície (REIS et al., 2007).

Quanto ao ciclo de vida, os escleródios de *S. minor* raramente produzem apotécios na natureza. Esses ao germinarem formam um crescimento cotonoso esbranquiçado na superfície do solo que em contato direto com tecidos senescentes do hospedeiro dão início ao processo infeccioso. Os escleródios são estruturas de resistência desses fungos que os permitem sobreviver no solo em condições adversas por períodos de 8 a 10 anos. Apesar dos escleródios de *S. sclerotiorum* germinarem diretamente, esses também possuem a capacidade de produzir apotécios em condições específicas. Os apotécios são corpos de frutificação que produzem ascósporos que são ejetados e, em seguida, dispersos pelo vento ou respingos de água (TOFOLI; DOMINGUES, 2017).

Sclerotinia sclerotiorum é mundialmente distribuído e tido como um dos fitopatógenos mais agressivos. No desenvolvimento inicial da doença em alface, a planta apresenta murcha progressiva, seguida de amarelecimento, colapso generalizado e morte. Devido ao crescimento micelial rápido e a alta capacidade de colonização dos tecidos vegetais, as lesões nas plantas se apresentam com aspecto úmido, coloração castanho-clara ou escura, onde ocorre a formação de grande número de escleródios (AMORIM et al., 2016).

O manejo pode ser realizado através do controle químico que é uma medida bastante utilizada e seu sucesso está condicionado ao uso de fungicidas adequados na época adequada, de forma a prevenir o aparecimento ou o desenvolvimento da doença no campo. Outras medidas auxiliares no controle da doença são: plantio de sementes e outros materiais propagativos de boa qualidade e tratados com fungicidas; não plantar em áreas com histórico de ocorrência de mofo branco; plantar preferencialmente em áreas com solos de boa drenagem e bem sistematizados, que evitem a formação de poças de água; manejar a irrigação de forma a evitar excesso de umidade e tratamento do solo através de solarização (LOPES et al., 2005).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alface é uma das hortaliças mais cultivadas, e por ser uma cultura de grande importância econômica é necessário realizar o devido manejo fitossanitário para evitar danos e prejudicar a produção da alface.

Diversas doenças acometem a cultura, algumas com incidência maior que outras, e algumas causam maior dano outras apenas a perda da qualidade, mas é importante realizar o controle dessas doenças.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A; CAMARGO, L. E. A. (Ed). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5 ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2016, p. 810.

AQUINO, C. R. de; SEABRA JUNIOR, S; CAMILI, E. C; DIAMANTE, M. S; PINTO, E. S. C. Produção e tolerância ao pendoamento de alface-romana em diferentes ambientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 558-566, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rceres/v61n4/16.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

ARAÚJO, J. C. de; GOMES, L. A. A; FIORINI, C. V. A; DUTRA, T. de O. Reação de resistência ao míldio e seleção de genótipos nacionais resistentes em população F2 de alface americana. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 6, n. 2, p. 11-19, 2014. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/download/542/563>. Acesso em: 14 mar. 2021.

AYCOCK, R. **Stem rot and other diseases caused by Sclerotium rolfsii**. North Caroline: Agricultural Experiment Station Tech. Bull,1966, p.174.

BLANCARD, D; LOT, H; MAISONNEUVE, B. **A colour atlas of diseases of lettuce and related salad crops: observation, biology and control**. Londres: Elsivier, 2006, p. 375.

BARROSO, K. A; CAPUCHO, A. S; FREITAS, H. R. Levantamento de doenças foliares em hortas urbanas de Petrolina-PE. **Revista Extramuros**, Petrolina, v. 5, n. 2, p. 164-181, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/extramuros/article/view/828/588>. Acesso em: 04 fev. 2021.

CABRAL, C. S; BOITEUX, L. S; REIS, A; ANDRADE, M. T; FONSECA, M. E. N. Para resistir. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 11, n. 74, p. 26-27, 2012. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/revistas/166>. Acesso em: 12 fev. 2021.

CABRAL, C. S; REIS, A. Screening of lettuce accessions for resistance to Fusarium oxysporum f. sp. lactucae race 1. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 275-281, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/tpp/v38n4/tpp_2012-0141.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.

CABRAL, C. S; REIS, A; BOITEUX, L. S; FONSECA, M. E. N. Identificação e Manejo da Murcha de Fusário da Alface. **Comunicado técnico Hortaliças**, Brasília, n. 112, p.1-4, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142716/1/COT-112.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2021.

CASTOLDI, R; CHARLO, H. C. de O; BOTELHO, A. P; MELO, D. M; DALPIAN, T; BRAZ, L. T. Utilização do método genealógico para obtenção de progênies de alface resistentes ao míldio. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 3006-3013, 2011. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_5/A3730_T5187_Comp.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.

CIRINO, K. F. da S; VELOSO. R. A; CAMPOS, A. J. Controle alternativo de cercosporiosena cultura da alface utilizando óleo essencial de alecrim. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 3., 2018, Anápolis. **Anais** [....]. Anápolis: CIPEEX, 2018, p. 1327-1334. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/3133/1445>. Acesso em: 10 fev. 2021.

COELHO, C. C. de S; FREITAS-SILVA, O; CAMPOS, R. da S; BEZERRA, V. S; CABRAL, L. M. C. Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 369-375, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n4/1415-4366-rbeaa-19-04-0369.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.

CORDEIRO, M. V. M; LIMA, C. S; SILVA, C. de F. B. da. Cercosporiose. *In*: LIMA, M. G. A. de; SILVA, C. de F. B. da; ARAÚJO, E. L. (Org.). **Pragas e doenças associadas aos cultivos na Serra de Baturité-CE**. Fortaleza: Ed. Universidade Estadual do Ceará, 2019, p. 145-147. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117838/1/CLV19014.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.

DAVIS, R. M; SUBBARAO, K. V; RAID, R. N; KURTZ, E. A. **Compendium of lettuce diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1997, p. 79.

ECHER, R; LOVATTO, P. B; TRECHA, C. O; SCHIEDECK, G. Alface à mesa: implicações sócio-econômicas e ambientais da semente ao prato. **Revista Thema**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 17-29, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/361/245>. Acesso em: 10 fev. 2021.

FERREIRA, L. G; RIZENTAL, M; MOLIN, Í. A. D; MONDIN, M; NESSI JUNIOR, P. Produtividade de cultivares de alface em dois ambientes em Varzea Grande-MT. **Revista Eletrônica do UNIVAG**, Várzea Grande, n. 13, p. 24-35, 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/download/242/482>. Acesso em: 14 mar. 2021.

GALATTI, F. de S; CASTOLDI, R; BRAZ, L. T; PANIZZI, R. de C. Monitoramento de raças de Bremia lactucae em 2010 e 2011 no Estado de São Paulo. **Revista Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 271-279, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sp/v38n4/01.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

GARIBALDI, A; GILARDI, G; GULLINO, M. L. Seed transmission of Fusarium oxysporum f. sp. lactucae. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 32, n. 23, p. 61-65, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02980861>. Acesso em: 12 mar. 2021.

GEISER, M. S; AOKI, T; BACON, C. W; BAKER, S. A; BHATTACHARYYA, M. K. et al. One fungus, one name: defining the genus Fusarium in a scientifically robust way that preserves long-standing use. **Phytopathology**, Eagan, v. 103, p. 400-408, 2013. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-07-12-0150-LE>. Acesso em: 14 mar. 2021.

GENTIL, D. F. de O; SILVA, I. M. da. Problemas fitossanitários em unidades produtivas de hortaliças em Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 2416-2422, 2011. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_5/A4250_T5653_Comp.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2021.

HENNEBERG, L; GRABICOSKI, E. M. G; JACCOUD-FILHO, D. S; PANOBIANCO, M. Incidência de Sclerotinia sclerotiorum em sementes de soja e sensibilidade dos testes de detecção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 6, p. 763-768, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v47n6/47n06a05.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

KOSHIKUMO, É. S. M. **Epidemiologia da mancha de phaeosphaeria e da cercosporiose em milho**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96889/koshikumo_esm_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em: 27 fev. 2021.

LOPES, C. A; QUEZADO-DUVAL, A. M; REIS, A. **Doenças da alface**. 1 ed. Brasília: Ed. Embrapa Hortaliças, 2010, p. 68. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/866064/1/CNPHDOEN.DAALFACE10.pdf>. Acesso: 14 fev. 2021.

LOPES, C. A; REIS, A; BOITEUX, L. S. Doenças fúngicas. *In*: Lopes, C.A.; Ávila, A.C. (Ed.). **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. p. 19-51. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/778171/1/CNPHDOEN.DOTOMAT.05.pdf>. Aceso em: 16 fev. 2021.

MCGOVERN, R. J. Management of tomato diseases caused by Fusarium oxysporum. **Crop Protection**, Netherlands, v. 73, p. 78-92, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026121941500071X>. Acesso em: 22 fev. 2021.

NOGUEIRA, M. M; ABUD, L. L. S; STIVAL, M. M. Levantamento de pragas e doenças em hortaliças cultivadas na horta escola do UNIVAR. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Barra do Garças, v. 12, p. 57-63, 2020. Disponível em: <http://revista.sear.com.br/rei/article/view/109/147>. Acesso em: 17 fev. 2021.

NUNES, R. de C; CASTOLDI, R; GOMES, R. F; TOBAR-TOSSE, D. E; BRAZ, L. T. Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2012 e 2013. **Revista Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 1, p. 53-58, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sp/v42n1/0100-5405-sp-42-1-0053.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

PAVAN, M. A; KUROZAWA, C. Doenças da alface (Lactuca sativa). *In*: KIMATI, H; AMORIM, L; BERGAMIN FILHO, A; CAMARGO, L. E. A; REZENDE, J. A. M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. Ed. Agronômica Ceres, 1997, p. 18-25.

PAVAN, M. A; KUROZAWA, C. Doenças da alface. *In*: KIMATI, H; AMORIM, L; BERGAMIN FILHO, A; CAMARGO, L. E. A; REZENDE, J. A. M. (Eds). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1997, p. 27-33. Disponível em: <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Livro-Manual-de-Fitopatologia-vol.2.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

PUNJA, Z. K. The biology, ecology and control of Sclerotium rolfsii. **Annual Review of Phytopathology**, Davis, v. 23, p. 97-127, 1985. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.py.23.090185.000525>. Acesso em: 21 jan. 2021.

REIS, A; COSTA, H; LOPES, C. A. **Epidemologia e manejo do mofo-branco em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2007, p. 1-5. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/781613/1/cot45.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021.

SCOTT, J. C; KIRKPATRICK, S. C; GORDON, T. R. Variation in susceptibility of lettuce cultivars to fusarium wilt caused by Fusarium oxysporum f. sp. lactucae. **Plant Pathology**, Broadway, v. 59, n. 1, p. 139-146, 2010. Disponível em: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3059.2009.02179.x>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SINGH, V. K; NARESH, P; BISWAS, S. K; SINGH, G. P. Efficacy of fungicides for the management of wilted lentil disease caused by Fusarium oxysporum f.sp.lentis. **Annals of plant protection sciences**, Kanpur, v. 18, n. 2, p. 411-414, 2010. Disponível em: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:apps&volume=18&issue=2&article=028>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SOUZA, J. L; SILVA, S. A. da; SILVA-MANN, R; GONÇALVES, G. B; GOMES, L. A. A; CARVALHO FILHO, J. L. S. de. Genótipos de alface folha lisa para a região Agreste de Sergipe. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 14, n. 5, p. 629-634, 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/7563/7203>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SUN, G. Z; YAO, T; FENG, C. J; CHEN, L; LI, J. H; WANG, L. Identificação e potencial de biocontrole de bactérias antagonistas contra *Sclerotinia sclerotiorume* seus efeitos promotores de crescimento em *Brassica napus*. **Biological Controle**, v. 104, p. 35- 43, 2017.

TOFOLI, J. G; DOMINGUES, R. J. Doenças causadas por fungos. *In*: COLARICCIO, A; CHAVES, A. L. R. (Eds.). **Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface**. 1 ed. São Paulo: Ed. Instituto Biológico, 2017, p. 28-46. Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/170/1/boletim_alface.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2021.

TOFOLI, J. G; DOMINGUES, R. J; FERRARI, J. T. Míldio e mofo branco da alface: doenças típicas de inverno. **Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 19-24, 2014. Disponível em: <http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v76_1/tofoli2.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.

TOFOLI, J. G; DOMINGUES, R. J; FERRARI, J. T; NOGUEIRA, E. M. C. **Fusariose da alface: agente causal, sintomas e manejo**. 2012. Disponível:<http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=168.>. Acesso em: 25 jan. 2021.

TOFOLI, J. G; DOMINGUES, R. J. **Manejo e métodos de controle de doenças fúngicas na cultura da alface**. 1 ed. São Paulo: Ed. Instituto Biológico, 2015, p. 1-24. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/prosaf/apostilas/doencas_alface.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2021.

VARGAS, P. F; TÚLIO, F. A. de; ANDRADE, M. A. P. de. Identificação de raças de Bremia lactucae de alface no estado de Minas Gerais. **Revista Ciência et Praxis**, Passos, v. 5, n. 10, p. 11-14, 2012. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2105>. Acesso em: 19 fev. 2021.

CAPÍTULO 6

ROTAÇÃO DE CULTURAS COMO UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL PARA O MANEJO DE PRAGAS

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 19/05/2021

Renata Adelaide Pluta
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/3832064753034998

Belmiro Saburo Shimada
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/7779627726034823

Letícia do Socorro Cunha
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/8669327845255406

Marcos Vinícius Simon
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/7955543836812510

Kamyla Letícia Rambo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/1975657727444130

Pablo Henrique Finken
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/1839530741555831

Maria Soraia Fortado Vera Cruz
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/0861458941947640

Noélle Khristinne Cordeiro
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/6166060731919405

RESUMO: A produção na agricultura é afetada por muitos fatores, de ordem ambiental e de manejo, e em relação ao manejo, as pragas apresentam grande importância, pois causam danos na cultura, e em diversos momentos, sendo essencial a adoção de métodos de controle de pragas. Ao buscar meios de manejo sustentável, a agricultura passou por uma série de transformações no âmbito tecnológico e de informação, com a implementação do sistema de plantio direto, que ajudou a alavancar as produções dos sistemas de produção. Mas apenas o uso em partes do sistema de plantio direto levou a diversos problemas de solo e conservação, assim, a rotação de culturas veio como uma importante prática sustentável para a conservação do solo, além dos diversos benefícios que também são gerados por sua prática. A rotação de culturas, juntamente com seu manejo sustentável de pragas pelos métodos de controle biológico e a base de origem vegetal, proporcionou um maior gama de produtos que podem ser utilizados na agricultura para o controle de pragas, possibilitando um melhor manejo, e proporcionando um ambiente de produção mais sustentável. Aliado a esses benefícios, a rotação de culturas tem um grande fator de impacto no controle de pragas, pois o controle biológico e a base de origem vegetal é apenas quando há a presença de pragas, e a rotação vem como uma

prática preventiva, que proporciona uma diversidade do sistema, e um melhor controle de pragas pela quebra de ciclos, de cultura e de pragas.
PALAVRAS-CHAVE: Sistema de produção; Plantio direto; Controle; Produtividade.

CROP ROTATION AS A SUSTAINABLE PRACTICE FOR PEST MANAGEMENT

ABSTRACT: Agricultural production is affected by many factors, both environmental and management, and in relation to management, pests are of great importance, as they cause damage to the crop, and at various times, it is essential to adopt pest control methods. When seeking means of sustainable management, agriculture underwent a series of transformations in the technological and information scopes, with the implementation of the no-till system, which helped to leverage the production of the production systems. But only the use in parts of the no-tillage system has led to several soil and conservation problems, thus, crop rotation has come as an important sustainable practice for soil conservation, in addition to the various benefits that are also generated by its practice. Crop rotation, together with its sustainable pest management using biological control and plant-based methods, provided a wider range of products that can be used in agriculture for pest control, enabling better management, and providing a more sustainable production environment. Combined with these benefits, crop rotation has a major impact factor on pest control, since biological control and the plant-based base is only when pests are present, and rotation comes as a preventive practice, which provides a diversity of the system, and better pest control by breaking cycles, crop and pests.
KEYWORDS: Production System; No-tillage; Control; Productivity.

1 I INTRODUÇÃO

A agricultura é dependente de uma soma de fatores que compõe a sua produção, alguns fatores podem ser controlados e manejados da melhor forma possível, para assim, possibilitar o aumento da produção das culturas. Muitas práticas podem ser adotas para aumentar ou possibilitar o alcance das maiores produtividades, mas todas elas devem ser utilizadas de modo racional, visando uma produção sustentável.

O Brasil é um dos grandes produtores de produtos agrícolas vem incrementando suas produções, em 2020 produziu acima de 980 milhões de toneladas de produtos agrícolas, na área de 80,2 milhões de hectares, e em 2019 produziu acima de 968,7 milhões de toneladas de produtos agrícolas, em uma área colhida de 77,9 milhões de hectares, demonstrando o aumento da sua produção (IBGE, 2020).

Conforme o IBGE (2020) a produção de cereais, leguminosas e oleaginosas em 2020 foi de 254 milhões de toneladas na área de 65,4 milhões de hectares, e em 2019 a produção foi de 241 milhões de toneladas, na área de 63,2 milhões de hectares.

Esse aumento de produção ocorreu através de muitos fatores, e um deles é a adoção da rotação de culturas, que vem sendo utilizados nas culturas que são de cereais, leguminosas e oleaginosas, mas além disso, essa produção ocorre também pelo devido

manejo da cultura (MATEUS et al., 2017; BERNARDI et al., 2015).

Para o aumento da produtividade agrícola, deve-se atentar aos fatores ambientais e o manejo da cultura, com adoção de práticas e técnicas, que levará a mudanças na produção vegetal em função do tempo e contribuição nos diferentes órgãos das plantas, possibilitando o aumento da produtividade final (SANTOS et al., 2015; SILVA; SILVA, 2020).

O alcance de maiores produtividades ocorreu pelo uso de diversas técnicas e práticas, nos diferentes sistemas de produção, e uma delas é a rotação de culturas, que abole a prática do pousio (descanso) e mantém o solo coberto, possibilitando a produção em todo o solo disponível, e praticamente no ano inteiro, ajudando a alavancar a produção agrícola (NASCIMENTO et al., 2019; VIEIRA et al., 2015).

Nesse modo de produção, a rotação de culturas está atrelado a diversos sistemas e modelos de produção, e um deles, que segue o manejo sustentável é o sistema de plantio direto.

O sistema de plantio direto segue três princípios, como a baixa mobilização do solo, cobertura permanente do solo e rotação de culturas, visando a conservação do solo e a produção de alimentos, além de evitar o risco de perda de áreas agrícolas e a desertificação, impossibilitando o cultivo na área (COELHO et al., 2019; BERNARDI et al., 2015).

Ao utilizar o sistema de plantio direto, diversas contribuições ocorrem no sistema ao todo, e ao adotar a rotação de culturas possibilita o cultivo das áreas de modo sustentável, além de ser uma das práticas que alavancou a produtividade das culturas, e ajudou no manejo de outros fatores, e um deles é a praga.

Na visão de uma produção sustentável, segundo Freitag et al. (2019) e Souza et al. (2020) os diversos sistemas de produção adotaram as diretrizes do desenvolvimento rural sustentável, que se trata de um processo de produção envolvendo os setores sociais, econômicos e ambienteis, com foco no desenvolvimento econômico, mudança social na comunidade rural e a sustentabilidade do meio ambiente.

O desenvolvimento rural sustentável tem como característica a capacidade que o agroecossistema tem para manter seu rendimento no decorrer do tempo, mantendo a capacidade produtiva do agroecossistema, a preservação da diversidade de fauna e flora e a capacidade do agroecossistema de se autossustentar (PADILHA et al., 2018; FOLMER et al., 2019).

Aliado aos fatores de produção e seguindo um desenvolvimento sustentável, a rotação de culturas como meio sustentável de produção, busca diversos benefícios nos sistemas de produção, que vão afetar a produtividade de uma cultura, sendo assim, essencial seu uso na agricultura.

2 I REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os fatores que interferem na produção

A produção da cultura é afetado por uma série de fatores, de aspectos ambientais, locais e pelas técnicas básicas utilizadas na produção da cultura durante seu ciclo, tornando-se dependente do ambiente e do manejo (ARTUZO et al., 2019).

O processo de manejo, envolve diversas questões técnicas, como o plantio direto, a biotecnologia, controle de pragas e doenças, a otimização de insumos agrícolas e tecnologias de precisão (ARTUZO et al., 2019; LOPES SOBRINHO et al., 2019).

Além disso, de acordo com Silva et al. (2015) e Rossi et al. (2017) tem os outros fatores importantes que afetam a produção como: umidade, densidade do solo, porosidade total, espaçamento, sistema de cultivo, interação entre planta e microrganismo, adubação, entre outros.

Para elevar as produções das culturas é necessário o emprego de práticas de agrícolas adequadas como o sistema de plantio direto, cuidando do solo, adubações seguindo recomendações da análise de solo, possibilitando que a cultura desenvolva-se no ambiente equilibrado nutricionalmente e com uma adubação eficaz evitando de comprometer o meio ambiente, utilizar doses corretas de fertilizantes minerais, orgânicos ou da mistura destes e fertilizantes organominerais evitando o excesso de insumos químicos no ambiente e o esgotamento de recursos naturais (COSTA et al., 2018; SILVA et al., 2016; CARVALHO et al., 2015).

Muitos outros fatores compõem a produção de uma cultura, e são relacionados ao solo na questão física, química e biológica, a planta em relação ao seu potencial fisiológico, e ao ambiente com todos os fatores climáticos, de temperatura, umidade, vento, radiação solar e chuva.

Relaciona-se também ao manejo do sistema de produção, seja de plantas daninhas, pragas, doenças, e das questões fitotécnicas de cada cultura, assim, demonstrando o enorme conjunto de fatores que afeta a produtividade, desse modo, a prática de rotação de culturas possibilita melhorar a produtividade da cultura, sendo essencial para a produtividade e para o sistema de manejo sustentável.

A rotação de culturas

Para suprir aumentar a produção de alimentos no setor agrícola, houve muitas mudanças na agricultura, na parte tecnológica, de conhecimento e de produtos na propriedade, possibilitando o aumento das produtividades das culturas.

Até meados do século XX, segundo Barbieri et al. (2019), a região sul do Brasil apresentava erosão hídrica, pelo uso do manejo convencional do solo, e o revolvimento intenso, além do solo exposto as chuvas pela queima de resíduos, possibilitando a ação erosiva no solo, ocorrendo assim, perdas de solo, insumos agrícola, água e sementes,

impossibilitando o aumento da produção, adotando-se então o sistema de plantio direto.

Após a adotar o sistema de plantio direto, ainda constatava-se problemas após diversos cultivos na mesma área, e que geralmente era relacionado a compactação, e para controlar esse problema, o sistema englobou a rotação de culturas, utilizando-se de espécies com sistema radicular vigoroso e profundo, para reduzir a compactação do solo (ANDRADE et al., 2018; BERNARDI et al., 2015).

Na rotação de culturas, pode ser utilizar-se das espécies com sistema radicular que proporcione maior aprofundamento no solo e descompactação, principalmente recomenda-se as leguminosas em rotação às culturas, devido ao potencial de adição de nitrogênio, e sequestro de carbono no solo (CARVALHO et al., 2015; VOLSI et al., 2020).

Conforme Soratto et al. (2010) e Volsi et al. (2020) pensando em sustentabilidade a utilização do sistema de plantio direto e a rotação de culturas traz consigo muitos benefícios, para o uso dos recursos naturais do setor agrícola devido a maior agregação de nutrientes ao solo, através do controle da erosão, maior disponibilidade de água e nutrientes às plantas melhorando os atributos químicos, físico e biológico do solo.

A rotação de culturas é a alternância planejada e ordenada de diferentes culturas em um período de tempo e na mesma área, não se repete a espécie vegetal no mesmo local, período de tempo menor que um ano, respeitando o ordenamento das culturas, diferente da sucessão de culturas, que é a sequência de culturas no mesmo ano, utilizando-se de apenas duas culturas, como exemplo, a sucessão soja/trigo (BARBIERI et al., 2019).

Apesar da adoção da rotação de culturas é fundamental o correto manejo do solo, através de práticas conservacionistas mecânicas, edáficas e vegetativas, manejando o sistema como um todo, planta, ambiente e solo, em suas grandezas com um sistema de produção para alcançar maiores produtividades (CARVALHO et al., 2015; ROSA et al., 2017).

Os benefícios da rotação de culturas são: alternância do padrão de extração e ciclagem de nutrientes pelo uso de espécies com diferentes sistemas radiculares promovendo melhoria das condições nutricionais do solo; a manutenção ou a melhoria das condições físicas, química e biológica do solo; a estabilidade de produtividade de grãos, devido a quebra no ciclo de pragas e de doenças, e a diminuição de plantas daninhas, que evitará diminuição da produtividade causada por pragas, doenças e plantas daninhas (CARVALHO et al., 2015; COSTA et al., 2018; SORATTO et al., 2010).

Dessa forma, além dos muitos benefícios proporcionados, a utilização da rotação de culturas é uma prática sustentável e importante para o controle de pragas nas culturas, além de ser um método preventivo de controle, é uma forma de aumentar a produtividade da cultura, reduzindo os danos causados, possibilitando que a cultura alcance seu potencial produtivo no setor agrícola.

Manejo sustentável de pragas

No setor agrícola o controle de pragas é essencial para garantir que a cultura se

desenvolva, pois diversas pragas acometem as culturas, e algumas delas ocasionam perdas significativas, até mesmo a perda total, devido aos danos causados nas plantas a utilização de um manejo sustentável de pragas proporciona um melhor controle de pragas, juntamente com outros métodos de controle, ampliando a diversidade de produtos e modos de controle, e garantindo a sustentabilidade do sistema de produção.

No manejo de pragas sustentável, dois métodos de controle são importantes, como o controle biológico e de origem vegetal, que são inseticidas biológicos e a base de extratos vegetais, e são definidos como meios alternativos de controle de pragas, e com resultados de controle muito bons, com efeitos similares aos dos produtos químicos (XAVIER et al., 2018; SANTOS et al., 2020).

O controle biológico é um método de insetos que usa inimigos naturais das pragas, com a ação de parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outro organismo a um nível mais baixo do que ocorreria normalmente (FERREIRA et al., 2017; ZANUNCIO JUNIOR et al., 2018).

O controle com produtos de origem vegetal, ocorre o uso de produtos com base em extratos vegetais derivados de plantas, que são inseticidas orgânicos, que apresentam efeitos toxicológicos para uma determinada gama de insetos (DANTAS et al., 2019; ALVES et al., 2017; SILVA et al., 2017).

A utilização de inseticidas biológicos e com base em extratos vegetais na agricultura é muito importante para futuros cultivos, devido aos diversos benefícios proporcionados, mantendo a sustentabilidade do sistema de produção adotado, em relação à conservação dos recursos naturais e o aumento da biodiversidade nos diversos sistemas de produção (ZANUNCIO JUNIOR et al., 2018; CAMARGO et al., 2020).

Conforme Ferreira et al. (2017) e Lins Junior (2019) esses inseticidas sustentáveis apresentam também outros benefícios como: seletividade, fácil degradação no meio ambiente, baixo custo, facilidade de adequação, prevenção de resistências de pragas, diminuir a taxa de intoxicação dos operários, agricultores, e consumidores, e preservar a sociedade como um todo para as futuras gerações.

Assim, com a implementação desses métodos de controle como manejo sustentável, atrelado á rotação de culturas, proporciona um maior controle de pragas, pois o controle de pragas com base biológica ou de extrato vegetal geralmente são realizados quando há a presença de pragas, e a rotação de culturas já é um método preventivo, que muitas vezes, como apresentado, poderá evitar a presença de pragas na cultura.

A rotação de culturas e o manejo de pragas

A rotação de culturas tem diversos benefícios nos sistemas de produção, além de ser uma prática de conservação do sistema, a rotação de culturas tem como princípio também a sustentabilidade, uma produção de modo sustentável.

Entretanto, entre muitos benefícios citados, vale destacar o controle de plantas

daninhas, pragas e doenças, que ocorre devido à quebra de ciclos de culturas, proporcionando ambientes desfavoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças, e ao surgimento de plantas daninhas resistentes, demonstrando a importância da rotação de culturas como estratégia de manejo sustentável (ROSA et al., 2017; ANDRADE et al., 2018).

Para segurar o uso intensivo de agroquímicos na agricultura, esses métodos de controle sustentável ganharam espaço, e devido aos problemas que a utilização de químicos de modo descontrolado estava gerando, seja na resistência às pragas, ressurgência e erupção de pragas, a utilização da rotação de culturas veio como meio auxiliar ao controle de pragas (SANTOS et al., 2020; DANTAS et al., 2019).

Segundo Oliveira e Silva (2020) a melhor forma de combater é manter o sistema em equilíbrio, em que nenhuma espécie é beneficiada, todas vivem nas mesmas chances e pressões das outras, e assim são mais bem controladas, por diversificação produtiva, rotação de culturas, produto de controle de pragas e descompactação, e outros componentes que mantém o sistema de produção adequado para cultivo.

A rotação de culturas é uma prática essencial na parte de conservação de solo, no desenvolvimento das culturas, e em outros aspectos também, mas no controle de pragas é essencial para manter o sistema de produção sustentável e beneficiar a cultura, possibilitando um melhor manejo de pragas.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma série de fatores afetam a produtividade de uma cultura, e o manejo da cultura é essencial para garantir que ela se desenvolva e tenha uma produção, para isso o controle de pragas é importante para proteger e evitar que causa altos danos na cultura, que levará a menores produções.

A rotação de culturas vem com o objetivo de possibilitar um melhor controle de pragas, pois ocorre a quebra de ciclos de culturas, proporcionando ambientes desfavoráveis ao desenvolvimento de pragas, ajudando no controle dessas pragas e possibilitando aumentar as produtividades da cultura.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. L; LEITE, F. de S; NASCIMENTO, I. N. do; OLIVEIRA, G. M. de; BATISTA, J. de L. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre cupins de pastagem em condições de laboratório. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Natal. **Anais** [....]. Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2017, p. 1-5. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Leite-Alves/publication/326546171_ATIVIDADE_INSETICIDA_DE_OLEOS_VEGETAIS_SOBRE_CUPINS_DE_PASTAGEM_EM_CONDICOES_DE_LABORATORIO/links/5c61fa19299bf1d14cbf791e/ATIVIDADE-INSETICIDA-DE-OLEOS-VEGETAIS-SOBRE-CUPINS-DE-PASTAGEM-EM-CONDICOES-DE-LABORATORIO.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

ANDRADE, A. T; TORRES, J. L. R; PAES, J. M. V; TEIXEIRA, C. M; CONDE, A. B. T. Desafios do sistema plantio direto no Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 39, n. 302, p. 18-26, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Luiz-Torres/publication/329451343_Desafios_do_Sistema_Plantio_Direto_no_Cerrado/links/5c094b10a6fdcc494fdef073/Desafios-do-Sistema-Plantio-Direto-no-Cerrado.pdf>. Acesso: 14 abr. 2021.

ARTUZO, F. D; FOGUESATTO, C. R; MACHADO, J. A. D; OLIVEIRA, L. de; SOUZA, A. R. L. de. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019. Disponível e: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5327/3421>. Acesso em: 09 abr. 2021.

BARBIERI, M; DOSSIN, M. F; NORA, D. D; SANTOS, W. B. dos; BEVILACQUA, C. B; ANDRADE, N. de; BOENI, M; DEUSCHLE, D; JACQUES, R. J. S; ANTONIOLLI, Z. I. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 122-134, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17025/13839>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BERNARDI, A. C. de C; BETTIOL, G. M; GREGO, C. R; ANDRADE, R. G; RABELLO, L. M; INAMASU, R. Y. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, 2015. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/23314/13165>. Acesso em: 07 abr. 2021.

CAMARGO, L. C. M. de; GARCIA, D. de B; SAAB, O. J. G. A; PASINI, A; SARTI, D. A; DIAS, C. T. dos S. Insecticide application speed in the control of lepidopteran pests in soybean. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 1, p. 72-80, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcaat/v33n1/1983-2125-rcaat-33-01-0072.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

CARVALHO, A. M. de; COSER, T. R; REIN, T. A; DANTAS, R. de A; SILVA, R. R; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v50n7/1678-3921-pab-50-07-00551.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2021.

COELHO, A. E; SANGOI, L; CASA, R. T; KUNESKI, H. F; PANISON, F; LEOLATO, L. S; DURLI, M. M; BERGHETTI, J. Sanidade de híbridos de milho em função da época de semeadura, doses de N em áreas com e sem rotação de culturas. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 2, p. 101-113, 2019. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2587/2732>. Acesso em: 17 abr. 2021.

COSTA, C. A. da; GUINÉ, R; CORREIA, H. E; COSTA, D. T; COSTA, T; PARENTE, C; PAIS, C; GOMES, M; AGUIAR, A. A. R. M. Agricultura familiar e proteção das culturas: abordagens tradicionais e proximidade com práticas de agricultura biológica. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, p. 164-173, 2018. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17086/13922>. Acesso em: 13 abr. 2021.

COSTA, F. de K. D; MENEZES, J. F. S; ALMEIDA JÚNIOR, J. J; SIMON, G. A; MIRANDA, B. C; LIMA, A. M. de; LIMA, M. S. de. Desempenho agronômico da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 15, n. 2, p. 301-309, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/268033114.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.

DANTAS, P. C; ARAÚJO, R. G. V. de; ABREU, L. A. de; ARAÚJO JÚNIOR, J. V. de; BATISTA, A. S; SABINO, A. R; CUNHA, J. L. X. L. DUARTE, A. G. Toxicidade de extratos vegetais em *coccidophilus citrícola* (brèthes, 1905) (coleoptera: coccinellidae). **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 2060-2067, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/1217/1082>. Acesso em: 18 abr. 2021.

FERREIRA, T. C; NASCIMENTO, D. M. do; SILVA, É. O. da. Métodos alternativos para controle de insetos-praga em sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 60, n. 1, p. 112-119, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2217/910>. Acesso em: 14 abr. 2021.

FOLMER, I; MEURER, A. C; MACHADO, G. E; FONTOURA, M. da S; FERREIRA, A. M. P. Educação do campo e o desenvolvimento rural sustentável: Escola do Campo do Distrito de Arroio Grande Santa Maria/RS. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 4, n. 1, p. 190-202, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifal.edu.br/diversitas_journal/article/view/730/718>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FREITAG, C; KLESENER, H. M; PLEIN, C. Contribuições do cooperativismo solidário para agriculturafamiliar e o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Orbis Latina**, Foz do Iguaçu, v. 9, n. 1, p. 95-109, 2019. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/orbis/article/view/1526/1417>. Acesso em: 07 abr. 2021.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>. Acesso em: 02 abr. 2021.

LINS JUNIOR, J. C. Manejo integrado de pragas na cultura do tomate: uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos. **Revista Extensão em Foco**, Caçador, v. 7, n. 1, p. 6-22, 2019. Disponível em: <https://45.238.172.12/index.php/extensao/article/view/2070/1008>. Acesso em 12 abr. 2021.

LOPES SOBRINHO, O. P; SILVA, G. S. da; PEREIRA, Á. I. S; SOUSA, A. B; CASTRO JÚNIOR, W. L; SANTOS, L. N. S. dos. A cultura da cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) e o manejo da irrigação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 4, p. 1605-1625, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6365/3559>. Acesso em: 14 abr. 2021.

MATEUS, G. P; ARAÚJO, H. S; MÚLLER, R. do V; CRUSCIOL, C. A. C; BORGES, W. L. B. Decomposição e teor de macronutrientes da palhada em função do manejo do solo e rotação de culturas em áreas de reforma de canavial. **Revista Nucleus**, Ituverava, edição especial, p. 93-102, 2017. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/download/2824/2488>. Acesso em: 16 abr. 2021.

NASCIMENTO, R. R. A; LUNA NETO, V. de; SILVA, J. A. de O; SILVA, F. N. da; OLIVEIRA, A. B. de; COSTA, T. R. S. Clorofila de duas gramineas cultivadas para cobertura morta em sistema de rotação de culturas em areia-PB. *In*: SEMANA DE AGRONOMIA, CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 15., 2019, Paraíba. **Anais** [....]. Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, 2019, p. 1-4. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/viewFile/9198/6603>. Acesso em 05 abr. 2021.

OLIVEIRA, F. H; SILVA, V. R. da. Uso de agrotóxico ou controle agroecológico de pragas e doenças da agricultura? Uma reflexão a partir do município de Alvorada do Gurguéia-PI. **Revista Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, Garanhuns, v. 1, n. 2, p. 1-20, 2020. Disponível em: <http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/BJAS/article/view/2925/482483283>. Acesso em: 19 abr. 2021.

PADILHA, N; CORBARI, F; ZANCO, A. M; CANQUERINO, Y. K; ALVES, A. F. A contribuição do PNAE para o desenvolvimento rural sustentável no município de Pitanga – PR. **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 7, p. 4351-4365, 2018. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/414/458>. Acesso em: 14 abr. 2021.

ROSA, D. M; NÓBREGA, L. H. P; MAULI, M. M; LIMA, G. P. de; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v48n2/1806-6690-rca-48-02-0221.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ROSSI, R. F; CAVARIANI, C; FRANÇA-NETO, J. de B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agronômico de soja. **Revista Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural And Environmental Sciences**, Belém, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017. Disponível em: <http://200.129.150.26/index.php/ajaes/article/view/2239/1448>. Acesso em 29 mar. 2021.

SANTOS, J. R. dos; MAIA, A. G. de F; COSTA, A. F. da; GODOY, M. S. de; SILVA, R. I. R. Influência dos métodos de controle da lagarta-do-cartucho sobre o desenvolvimento e produção de milho. **Revista Conexões Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 14, n. 4, p. 31-38, 2020. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/download/1471/1501>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SANTOS, L. A. dos; SORATTO, R. P; FERNANDES, A. M; GONSALES, J. R. Crescimento, índices fisiológicos e produtividade de cultivares de feijoeiro sob diferentes níveis de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 1, p. 107-116, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rceres/v62n1/0034-737X-rceres-62-01-00107.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SILVA, E. C. da; VIEIRA, D. D; LEONEL, L. V. Comparação da atividade inseticida de *Chenopodiumambrosoides* e *Azadirachta indica* no controle de *Sitophilus zeamais*. **Revista Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 26, n. 4, p. 554-559, 2017. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/download/2446-8355.2017v26n4p554-559/1837>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SILVA, E. N. S. da; MONTANARI, R; PANOSSO, A. R; CORREA, A. R; TOMAZ, P. K; FERRAUDO, A. S. Variabilidade de atributos físicos e químicos do solo e produção de feijoeiro cultivado em sistema de cultivo minimo com irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 598-607, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n2/0100-0683-rbcs-39-2-0598.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2021.

SILVA, G. C; MAGALHÃES, R. C; SOBREIRA, A. C; SCHMITZ, R; SILVA, L. C. da. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/3385/2187>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SILVA, N. G; SILVA, C. V. Percepção dos produtores rurais sobre os sistemas integrados na produção agropecuária (SIPAs). **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 14, n. 2, p. 172-186, 2020. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/download/893/463>. Acesso em 17 abr. 2021.

SORATTO, R. P; CRUSCIOL, C. A. C; MELLO, F. F. de C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 965-974, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/brag/v69n4/v69n4a23.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2021.

SOUZA, L. L; MENDES, F. A. T; BORGES, N. S; COSTA, J. M. da; FERREIRA, E. Y. de C. S; ALEIXO, L. L. de S; SILVA, E. V. da S. O debate em torno da sustentabilidade: desenvolvimento rural sustentável – Revisão de literatura. **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 96305-96322, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/21300/17008>. Acesso em: 12 abr. 2021.

VIEIRA, J. D; GRAÇA, R. F; RODRIGUES, A. de J; SILVA, J. A. B. da. Uma breve história sobre o surgimento e o desenvolvimento do capitalismo. **Ciências Humanas e Sociais Unit**, Aracaju, v. 2, n. 3, p. 125-137, 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1950/1210>. Acesso em: 11 abr. 2021.

VOLSI, B; BORDIN, I; HIGASHI, G. E; TELLES, T. S. Economic profitability of crop rotation systems in the Caiuá sandstone area. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 2, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782020000200931&script=sci_arttext>. Acesso em: 07 abr. 2021.

XAVIER, W. P; RAMOS, E. G; VIANA, G. da S; CHIQUETE, S. M; MARINHO, A. B; BORGES, F. R. M. Produção de biopesticidas para o controle ecológico de pragas agrícolas em hortas orgânicas. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 4, p. 2808-2813, 2018. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/991/pdf_492>. Acesso em: 14 abr. 2021.

ZANUNCIO JUNIOR, J. S; LAZZARINI, A. L; OLIVEIRA, A. A. de; RODRIGUES, L. A; SOUZA, I. I. de M; ANDRIKOPOULOS, F. B; FORNAZIER, M. J; COSTA, A. F. da. Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. **Revista Científica Intelletto**, Venda Nova do Imigrante, v. 3, n. 3, p. 18-34, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3582/1/Manejo-agroecologico-de-pragas-v3-n3-2018.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

ZILIO, M; COELHO, C. M. M; SOUZA, C. A; SANTOS, J. C. P; MIQUELLUTI, D. J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (Phaseolus vulgaris L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v42n2/a24v42n2.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

CAPÍTULO 7

ROTAÇÃO DE CULTURAS: UMA ESTRATÉGIA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

Data de aceite: 02/08/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Belmiro Saburo Shimada
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/7779627726034823

Letícia do Socorro Cunha
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon – PR
http://lattes.cnpq.br/8669327845255406

Juliano Cordeiro
Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR
http://lattes.cnpq.br/2299595447083298

RESUMO: A produção de alimentos é dependente do setor agrícola, e com o aumento da população acarretou no aumento da demanda de alimentos, e para suprir essa demanda, há a necessidade da utilização de diversas práticas agrícolas que possibilitem o aumento da produtividade da cultura, e uma delas é a rotação de culturas. Essa prática vem sendo adotada mais entre meados do século XX devido aos problemas enfrentados nos sistemas de produção, pois a rotação de culturas melhora a qualidade física, química e biológica do solo, e também possui grande fator na conservação do solo e na construção do perfil do solo. A rotação de culturas pode ser realizada nos diferentes sistemas com intuitos diferentes, e os benefícios são muitos, favorecendo a cultura se desenvolver em uma condição mais propícia para obter maiores produtividades. Aliado aos benefícios visíveis ao implantar a rotação de culturas, há os benefícios que serão observados nas próximas culturas, devido as melhorias do solo e do ambiente ao redor, que afetará positivamente a fertilidade do solo, e os controles de pragas, doenças e plantas daninhas. Somando todos os aspectos que serão afetados, a utilização dessa prática, tem grandes chances de aumentar a produtividade da cultura, atrelado a conservação do solo e a busca de maiores produções no setor agrícola, sendo assim, uma estratégia para alcançar maiores produtividades.
PALAVRAS-CHAVE: Sistema de produção; Plantio direto; Produção; Alimentos.

CROP ROTATION: A STRATEGY FOR INCREASING PRODUCTIVITY

ABSTRACT: The production of food is dependent on the agricultural sector, and with the increase in the population it has resulted in an increase in the demand for food, and to supply this demand, there is a need to use various agricultural practices that make it possible to increase the productivity of the crop, and a of them is crop rotation. This practice has been adopted more between the mid-twentieth century due to the problems faced in production systems, as crop rotation improves the physical, chemical and biological quality of the soil, and also has a major factor in soil conservation and profile construction from soil. Crop rotation can be carried out in different systems for different purposes, and the benefits are many, favoring the culture to develop in a more favorable condition to obtain greater productivity. In addition to the visible benefits of

implementing crop rotation, there are benefits that will be seen in the next crops, due to improvements in the soil and the surrounding environment, which will positively affect soil fertility, and the control of pests, diseases and weeds. Adding all the aspects that will be affected, the use of this practice has great chances of increasing crop productivity, linked to soil conservation and the search for greater production in the agricultural sector, thus being a strategy to achieve greater productivity.
KEYWORDS: Production System; No-tillage; Production; Foods.

1 I INTRODUÇÃO

A produção de alimentos está atrelada a diversos fatores que afetam a produtividade de uma cultura, possibilitando o aumento ou diminuição do produto final, afetando toda a cadeia de produção. É importante destacar que produção e produtividade são dois termos diferentes, mas que tem relação ao final do ciclo da cultura, e dependem exclusivamente do manejo realizado na cultura.

A produtividade pode ser definida e é definida de diversas formas, mas a mais utilizada em relação a produção de alimentos na agricultura é a razão entre as unidades produzidas sobre os insumos adquiridos, que se refere, a produção adquirida sobre a propriedade, representando a produção por área, e não apenas um valor total de um determinado local, e a produção é apenas a quantidade do produto final do processo da cadeia produtiva (CANONICA et al., 2019; SCHNEIDER; FERRARI, 2015).

A demanda por alimentos devido ao aumento da população é grande, e como depende da produção agrícola, é importante o uso de tecnologias e técnicas que possibilitem o aumento da produção e a produtividade das culturas, para assim, fornecer alimentos para a população.

De acordo com os dados da FAO (2017) em 2050 a população terá 9,8 bilhões, 29% a mais do número atual, e nos países em desenvolvimento o crescimento populacional será bem maior, demonstrando a necessidade do aumento da produção total dos produtos agrícolas.

Segundo o IBGE (2020) o Brasil em 2020 apresentou uma produção estimada acima de 980 milhões de toneladas de produtos agrícolas, em uma área colhida de 80,2 milhões de hectares, enquanto em 2019 a produção foi acima de 968,7 milhões de toneladas de produtos agrícolas, em uma área colhida de 77,9 milhões de hectares, evidenciando o pequeno aumento da produção.

Ao se tratar dos cereais, leguminosas e oleaginosas que comumente estão em período de transição mais facilmente para o sistema de rotação de culturas, conforme o IBGE (2020) sua produção em 2020 foi de 254 milhões de toneladas, em uma área colhida de 65,4 milhões de hectares, enquanto que em 2019 a produção foi de 241 milhões de toneladas, em uma área colhida de 63,2 milhões de hectares, destacando-se a importância de aumentar a produtividades dessas culturas devido a parcela que compõe a produção

total e a área agrícola.

Para tal produtividade agrícola, está relacionada diretamente aos efeitos dos fatores ambientais e do manejo das plantas, e esses fatores levam a mudanças na produção vegetal em função do tempo e contribuição nos diferentes órgãos das plantas, afetando a produtividade final (SANTOS et al., 2015; BERNARDI et al., 2015).

Ao perceber que o aumento da produção é necessário, adotou-se de um sistema mais adequado ao uso do solo, utilizando-se da rotação de culturas e abolindo a prática do pousio (descanso), e esse sistema de rotação possibilitava a produção em todo o solo disponível, e praticamente no ano inteiro, de modo a aumentar a produção agrícola (VIEIRA et al., 2015).

O sistema de plantio direto que tem como princípio o cultivo sem a necessidade de revolvimento do solo, possibilitando a conservação do solo e produção de alimentos, evitou a perda de áreas agrícolas, ao risco de desertificação de imensas áreas produtivas que causaria prejuízos imensuráveis, e afetaria toda cadeia de produção agrícola (ANDRADE et al., 2018; BERNARDI et al., 2015).

Nesse sistema de plantio direto, a rotação de culturas como já como descrito, possibilitou manter as áreas que poderiam estar degradadas ou desérticas sem uso agrícola, além da questão ambiental que destaca o manejo e a conservação do solo, que é uma das práticas que favoreceu aumento da produtividade das culturas e também a produção ao todo.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Componentes de produção

Segundo Ribeiro e Ribeiro de Jesus (2015) os componentes de produção da planta são influenciados pelos fatores de manejo da área agrícola, e é descrito pelo agricultor como um conjunto de fatores aplicados nas áreas de produção, buscando sempre altos rendimentos econômicos.

Desse modo, os componentes da produção e/ou produtividade são definidos durante o desenvolvimento da planta, como o exemplo do milho, que o número de espigas por planta é definido quando as plantas apresentam cerca de cinco folhas expandidas, e o número de fileiras por espiga é definido quando a planta apresenta de oito a doze folhas expandidas, e o número de grãos por fileira é influenciado pelo tamanho da espiga, e este é definido a partir de 12 folhas até a fecundação (SILVA et al., 2012; SORATTO et al., 2010).

Para a cultura do feijão os componentes da produção são população final de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos, lembrando o fato que esses componentes são afetados pelo manejo, e para cada cultura pode ser avaliado o componente de produção específico, pois os componentes de produção são vários, desde a quantidade de plantas, ao peso de grãos, tamanho, etc (SANTOS et al.,

2015; CARVALHO et al., 2015; COSTA et al., 2018).

Nas diferentes culturas os componentes da produção podem ser modificados por condições climáticas, manejo da cultura, fertilidade do solo e práticas agrícolas, que levará a produtividade de grãos (SORATTO et al., 2010; ROSSO et al., 2016).

Conforme Sousa et al. (2015) diversos fatores estão ligados aos componentes de produção que permitem alcançar a máxima produtividade, e cada fator tem reflexos diretos sobre componentes de produção.

A depender das condições que a cultura estará empregada, os componentes de produção podem aumentar e outros diminuir, e isso está atrelado ao desenvolvimento da cultura e de todos os fatores que serão inseridos a planta (ZILIO et al., 2011; SILVA et al., 2012).

Entretanto a planta interage com o sistema ao todo e os componentes do rendimento são determinados pelo genótipo da planta, ou seja, pelo seu potencial fisiológico, que sofrerá influência das condições ambientais do ciclo da cultura, das práticas fitotécnicas adotadas durante a implantação do sistema de produção, pela condução da lavoura, além do nível tecnológico utilizado pelo agricultor (ZILIO et al., 2011; ROSSO et al., 2016; SANTOS et al., 2015).

Por fim, nota-se que diversos fatores afetam a produção de cada cultura, é um conjunto de fatores que afeta a produtividade, e ao entender os componentes de produção, verifica-se que cada componente de produção é necessário, e quando afetado por algo durante o seu ciclo de desenvolvimento, levará ao aumento ou diminuição da produção da cultura.

Os fatores que afetam a produção

A produção da cultura está atrelada ao fatores ambientais e a sistematização da cultura, desde os manejos e cuidados durante seu ciclo, que afetará os componentes de produção, tornando-os dependente de variações ambientais e do seu específico manejo (SILVA et al., 2016).

Muitos fatores estão envolvidos na condição da produção, e alguns exemplos são: densidade do solo, porosidade total, umidade, interação entre planta e microrganismo, espaçamento, adubação, sistema de cultivo, rotação de culturas, entre outros (SILVA et al., 2015; ROSSI et al., 2017)

Para elevar as produções das cultivares e para atender toda a demanda de alimentos no mundo, é necessário o emprego de práticas de cultivos agrícolas adequados que são fatores que afetam a produção também, como o uso do sistema de plantio direto (BULEGON et al., 2016; CARVALHO et al., 2015).

Além disso, a realização de adubações conforme as recomendações da análise de solo, possibilitando que a cultura desenvolva em ambiente equilibrado nutricionalmente e tornando a adubação eficaz e que não comprometa o ambiente, utilizando-se de

doses corretas de fertilizantes minerais, orgânicos ou da mistura destes e fertilizantes organominerais (COSTA et al., 2018; SILVA et al., 2016).

De todos os fatores citados, há ainda outros diversos fatores, que estão ligados aos fatores citados, quanto ao solo na questão física, química e biológica, a planta em relação ao seu potencial fisiológico, o ambiente com todos os fatores climáticos, de temperatura, umidade, vento, radiação solar, chuva, e o manejo que envolve todo o sistema de produção, desde o manejo de plantas daninhas, pragas, doenças, e de todas as questões fitotécnicas de cada cultura.

Destacando-se enfim, a quantidade enorme de fatores que envolvem a produção de uma cultura, e ao se tratar da produtividade, devido ao sistema de plantio direto e das técnicas de manejo descritos, a prática de rotação de culturas é importante para alavancar a produção de alimentos e propiciar um ambiente mais adequado para a planta.

Rotação de culturas

O Brasil já enfrentou muitos problemas no setor agrícola durante seu desenvolvimento tecnológico, e para suportar a quantidade de pessoas no mundo, a tecnologia avançou muito para tentar suprir a polução, em todos os setores, desde o de máquinas até o setor de sementes, promovendo o aumento da produção agrícola.

Segundo Barbieri et al. (2019), até meados do século XX, a região sul do Brasil sofria com a erosão hídrica, pelo manejo convencional do solo, e o revolvimento intenso, além da incorporação e queima de resíduos vegetais que deixavam o solo exposto as chuvas, favorecendo o processo erosivo do solo, proporcionando grandes perdas de solo, insumos agrícola, água e sementes, prejudicando o solo, e afetando a produção, porém após a adoção do sistema de plantio direto, acarretou na minimização dos problemas da época.

Entretanto o sistema de plantio direto é um conjunto de práticas agrícolas que envolvem um sistema, e uma dessas práticas agrícolas que favoreceu o desenvolvimento e possibilitou o aumento da produtividade, é a rotação de culturas.

Mesmo em sistema de plantio direto, constatava-se problemas após diversos cultivos, e muitas vezes relacionado a compactação, e para isso, o sistema englobou a rotação de culturas para amenizar o problema, utilizando-se comumente de espécies com sistema radicular vigoroso e profundo, que vai favorecer a redução da compactação do solo (ANDRADE et al., 2018; BERNARDI et al., 2015).

Para o uso da rotação de culturas, pode ser utilizado as espécies de sistema radicular que proporcione maior aprofundamento no solo e descompactação, são recomendadas sobretudo as leguminosas em rotação às culturas, principalmente pelo potencial de adição de nitrogênio, e pelo sequestro de carbono no solo (CARVALHO et al., 2015; VOLSI et al., 2020).

A descompactação no solo pelas plantas ocorre pelo sistema radicular pivotante, que vai crescendo pelas camadas do solo compactado, formando bioporos estáveis e

melhorando os atributos físicos do solo, proporcioando á proxima cultura um ambiente melhor para seu crescimento e desenvolvimento, aumentando as chances do aumento da produtividade no sistema (ANDRADE et al., 2018; BERNARDI et al., 2015; BARBIERI et al., 2019).

Conforme Soratto et al. (2010) e Volsi et al. (2020) a utilização do sistema de plantio direto, com a prática de rotação de culturas é uma das melhores soluções para a sustentabilidade do sistema e traz consigo diversos benefícios, seja para a questão dos recursos naturais do setor agrícola por proporcionar maior agregação de nutrientes ao solo, devido ao controle da erosão, maior disponibilidade de água e nutrientes às plantas melhorando os atributos químicos, físico e biológico do solo.

Vale destacar que não apenas por esses fatores a rotação de culturas é importante, pois ela traz consigo a economia de combustíveis com o preparo do solo e manejo do solo, sendo necessário para diversos sistemas de produção, pois possibilitou a incorporação de corretivos e de melhoria de solo em locais com pastagens, em áreas de sistema convencional e áreas de sistema de plantio direto que sofriam com os problemas do solo (SORATTO et al., 2010; LEANDRO; ASMUS, 2015).

De acordo com Barbieri et al. (2019) a rotação de culturas nada mais é que a alternância planejada e ordenada de diferentes culturas em um perído de tempo e na mesma área implantada, atentando-se que não se repete a espécie vegetal no mesmo lugar, em um intervalo de tempo menor que um ano, seguindo o ordenamento das culturas, diferindo-se da sucessão de culturas, que é a sequência de culturas em um mesmo ano agrícola, com a utilização de apenas duas culturas, como exemplo, a sucessão soja/milho.

Mesmo com a adoção da rotação de culturas, para que um sistema seja eficiente é fundamental o correto manejo do solo, com uso de práticas conservacionistas mecânicas, edáficas e vegetativas, cuidando do sistema como um todo, planta, ambiente e solo, em todos seus aspectos, para assim ter um sistema de produção mais favorável a maiores produtividades (CARVALHO et al., 2015; ROSA et al., 2017).

Os benefícios do uso adequado da rotação de culturas são: a alternância no padrão de extração e de ciclagem de nutrientes com uso de espécies com diferentes sistemas radiculares envolvolvendo a melhoria das condições nutricionais do solo; a manutenção ou a melhoria das condições físicas, química e biológica do solo; e a estabilidade de produtividade de grãos, pela quebra do ciclo de pragas e de doenças, e pela diminuição da infestação de plantas daninhas, que evitará danos á cultura por pragas e doenças durante seu desenvolvimento e evitará competição entre as plantas daninhas (CARVALHO et al., 2015; COSTA et al., 2018; SORATTO et al., 2010).

Ao envolver e englobar a necessidade e os benefícios da rotação de culturas, nota-se que a rotação de culturas é um dos fatores atrelados a produtividade da cultura, e acaba impactando a produção agrícola, demonstrando grande importância na estratégia para o

aumento da produção no setor agrícola.

A rotação de culturas e a produtividade em relação á conservação do solo

A rotação de culturas como já mencionado possui grande impacto na produção agrícola, e tem diversos benefícios, que regem todos os sistemas de produção, além de ser uma prática que busca a conservação de todo o sistema, a rotação de culturas tem como princípio também a sustentabilidade, uma produção de modo sustentável.

Ao levar em conta que o solo está em relação com a planta, que terá seu crescimento e desenvolvimento, o solo se torna um local importante para a produtividade das culturas, assim, a descompactação, a aeração, a porosidade, e a melhoria de todos os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo são fatores que possibilitam maiores produções (ANDRADE et al., 2018; BERNARDI et al., 2015).

Além desses fatores, a proteção do solo, a conservação da matéria orgânica, proporciona também um local mais propicio para o desenvolvimento da cultura, que também terá uma maior relação nutricional e uma maior agregação de nutrientes ao solo, que vai favorecer um incremento ao solo em questão nutricional, melhorando o perfil do solo, que por fim, ajudará na produção da cultura, de forma direta e indiretamente (BARBIERI et al., 2019; ANDRADE et al., 2018).

Conforme Bernardi et al. (2015) e Soratto et al. (2010) com a utilização da prática de rotação de culturas tem o menor revolvimento do solo, menor utilização de máquinas no sistema, e com isso uma menor desestruturação do solo, facilitando que as plantas utilizadas em rotação, possibilite a descompactação e a formação de um solo mais adequado para produção.

Juntamente com os aspectos de fertilidade, proteção, agregação de solo, correção, e de modo amplo, a conservação e o manejo do solo realizado pela rotação de culturas é importante para as futuras gerações, pois visa a conservação do meio, e a produção de modo sustentável, visando maiores produtividades e a conservação do solo, que possibilitará alcançar o potencial fisiológico, e assim, as maiores produções (CARVALHO et al., 2015; COSTA et al., 2018).

Somando esses fatores, há a parte de plantas daninhas, pragas e doenças, que a rotação de culturas favorece o controle, devido a quebra de ciclos de culturas, e proporcionando ambientes desfavoráveis ao desevolvimento de pragas e doenças, e ao surgimento de plantas daninhas resistentes, e ao somar todos os benefícios, aliado com a conservação do solo, verifica-se a importância da rotação de culturas como estratégia para maiores produtividades (ROSA et al., 2017; ANDRADE et al., 2018).

Assim, nota-se que a rotação de culturas é uma prática essencial para a agricultura como um todo, na parte de conservação de solo, do desenvolvimento das culturas, do manejo do solo, do controle de pragas, doenças e plantas daninhas, do perfil do solo, da melhoria dos sistemas de produção, da produtividade e da produção do setor agrícola,

possibilitando o aumento da produção das culturas.

3 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para suprir a demanda de alimentos para a população é necessário a adoção de estratégias que possibilitem o aumento da produtividade das culturas, e a rotação de culturas é uma delas, com importância para a produção e para a conservação do solo.

A produtividade do sistema depende de todos os fatorem que afetam a produção, e do manejo que é realizado no sistema, e vale lembrar que, um sistema é composto por diversas práticas agrícolas, desde o planejamento até a colheita da cultura.

Além de ser uma prática que possibilita o aumento da produção diretamente, a rotação proporciona benefícios indiretamente, seja para o sistema solo ao todo, e para o manejo em geral de pragas, doenças e plantas daninhas, que por fim, proporcionará o desenvolvimento da cultura com menores custos de produção.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. T; TORRES, J. L. R; PAES, J. M. V; TEIXEIRA, C. M; CONDE, A. B. T. Desafios do sistema plantio direto no Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 39, n. 302, p. 18-26, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Luiz-Torres/publication/329451343_Desafios_do_Sistema_Plantio_Direto_no_Cerrado/links/5c094b10a6fdcc494fdef073/Desafios-do-Sistema-Plantio-Direto-no-Cerrado.pdf>. Acesso: 14 mar. 2021.

BARBIERI, M; DOSSIN, M. F; NORA, D. D; SANTOS, W. B. dos; BEVILACQUA, C. B; ANDRADE, N. de; BOENI, M; DEUSCHLE, D; JACQUES, R. J. S; ANTONIOLLI, Z. I. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 122-134, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17025/13839>. Acesso em: 02 mar. 2021.

BERNARDI, A. C. de C; BETTIOL, G. M; GREGO, C. R; ANDRADE, R. G; RABELLO, L. M; INAMASU, R. Y. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, 2015. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/23314/13165>. Acesso em: 12 mar. 2021.

BULEGON, L. G; RAMPIM, L; KLEIN, J; KESTRING, D; GUIMARÃES, V. F; BATTISTUS, A. G; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Revista Terra Latinoamericana**, Chapingo, v. 34, n. 2, p. 169-176, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n2/2395-8030-tl-34-02-00169.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2021.

CANONICA, G; SCHLINDWEIN, J. V. M; NIENKOTTER, T. F. Avaliação da influência das práticas de gestão enxuta na produtividade. **Journal of Lean Systems**, Trindade, v. 4, n. 1, p. 105-124, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/268134625.pdf>. Acesso: 23 mar. 2021.

CARVALHO, A. M. de; COSER, T. R; REIN, T. A; DANTAS, R. de A; SILVA, R. R; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v50n7/1678-3921-pab-50-07-00551.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

COSTA, C. A. da; GUINÉ, R; CORREIA, H. E; COSTA, D. T; COSTA, T; PARENTE, C; PAIS, C; GOMES, M; AGUIAR, A. A. R. M. Agricultura familiar e proteção das culturas: abordagens tradicionais e proximidade com práticas de agricultura biológica. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, p. 164-173, 2018. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17086/13922>. Acesso em: 23 mar. 2021.

COSTA, F. de K. D; MENEZES, J. F. S; ALMEIDA JÚNIOR, J. J; SIMON, G. A; MIRANDA, B. C; LIMA, A. M. de; LIMA, M. S. de. Desempenho agronômico da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 15, n. 2, p. 301-309, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/268033114.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

FAO. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Acesso em: 14 mar. 2021.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>. Acesso em: 02 mar. 2021.

LEANDRO, H. M; ASMUS, G. L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 945-950, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v45n6/1678-4596-cr-0103_8478cr20130526.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

RIBEIRO, V. A; RIBEIRO DE JESUS, M. Desempenho dos componentes de produção em cultivares de soja. **Revista Científica - Multidisciplinary Journal**, Goianésia, v. 2, n. 2, p. 19-28, 2015. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/2468/2135>. Acesso em: 08 mar. 2021.

ROSA, D. M; NÓBREGA, L. H. P; MAULI, M. M; LIMA, G. P. de; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v48n2/1806-6690-rca-48-02-0221.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2021.

ROSSI, R. F; CAVARIANI, C; FRANÇA-NETO, J. de B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agronômico de soja. **Revista Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural And Environmental Sciences**, Belém, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017. Disponível em: <http://200.129.150.26/index.php/ajaes/article/view/2239/1448>. Acesso em 23 mar. 2021.

ROSSO, R. B; PEITER, M. X; ROBAINA, A. D; TORRES, R. R; BUSKE, T. C; PEREIRA, T. dos S; BRAGA, F. de V. A. Influência do manejo da altura de lâmina de água e densidade de semeadura nos componentes de produção do arroz no sistema de cultivo pré-germinado. **Revista de la Facultad de Agronomia**, La Plata, v. 115, n. 1, p. 19-28, 2016. Disponível em: <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/download/149/310>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SANTOS, L. A. dos; SORATTO, R. P; FERNANDES, A. M; GONSALES, J. R. Crescimento, índices fisiológicos e produtividade de cultivares de feijoeiro sob diferentes níveis de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 1, p. 107-116, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rceres/v62n1/0034-737X-rceres-62-01-00107.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SCHNEIDER, S; FERRARI, D. L. Cadeias curtas, cooperação e produtos de qualidade na agricultura familiar – o processo de relocalização da produção agroalimentar em Santa Catarina. **Revista Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 56-71, 2015. Disponível em: <http://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/949/475>. Acesso em: 17 mar. 2021.

SILVA, E. N. S. da; MONTANARI, R; PANOSSO, A. R; CORREA, A. R; TOMAZ, P. K; FERRAUDO, A. S. Variabilidade de atributos físicos e químicos do solo e produção de feijoeiro cultivado em sistema de cultivo minimo com irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 598-607, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n2/0100-0683-rbcs-39-2-0598.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SILVA, G. C; MAGALHÃES, R. C; SOBREIRA, A. C; SCHMITZ, R; SILVA, L. C. da. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/3385/2187>. Acesso em: 22 mar. 2021.

SILVA, V. F. A; FURLANI, C. E. A; TRICAI, É; BERTONHA, R. S; CHIODEROLI, C. A; RAVELI, M. B. Componentes de rendimento do milho em sistema de plantio direto em função de hastes sulcadoras e profundidades. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais** [....]. Campinas: Instituto Agronômico, 2012, p. 3233-3237. Disponível em: <http://www.abms.org.br/eventos_anteriores/cnms2012/10651.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SORATTO, R. P; CRUSCIOL, C. A. C; MELLO, F. F. de C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 965-974, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/brag/v69n4/v69n4a23.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SOUSA, R. S. de; BASTOS, E. A; CARDOSO, M. J; RIBEIRO, V. Q; BRITO, R. R. de. Desempenho produtivo de genótipos de milho sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, n. 1, p. 49-60, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1032347/1/ArtigoEdsonBastosdez2015.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

VIEIRA, J. D; GRAÇA, R. F; RODRIGUES, A. de J; SILVA, J. A. B. da. Uma breve história sobre o surgimento e o desenvolvimento do capitalismo. **Ciências Humanas e Sociais Unit**, Aracaju, v. 2, n. 3, p. 125-137, 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1950/1210>. Acesso em: 11 mar. 2021.

VOLSI, B; BORDIN, I; HIGASHI, G. E; TELLES, T. S. Economic profitability of crop rotation systems in the Caiuá sandstone area. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 2, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782020000200931&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 mar. 2021.

ZILIO, M; COELHO, C. M. M; SOUZA, C. A; SANTOS, J. C. P; MIQUELLUTI, D. J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (Phaseolus vulgaris L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v42n2/a24v42n2.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

CAPÍTULO 8

EFEITOS DA CONSORCIAÇÃO DE CULTIVARES TRANSGÊNICOS DE MILHO E FEIJÃO NO COMPORTAMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) E *Bemisia tabaci* (GENN.)

Data de aceite: 02/08/2021

Ana Beatriz Cerqueira Camargo
Acadêmica do Curso de Agronomia da UENP/ *Campus* Luiz Meneghel
Bandeirantes-Paraná

Jose Celso Martins
Professor Associado do Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia da UENP/ *Campus* Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná

RESUMO: O estudo foi conduzido em área experimental da UENP/*Campus* Luiz Meneghel em Bandeirantes-PR, na segunda época de semeadura no mês de fevereiro de 2021, com objetivo de se estudar os efeitos da consorciação entre cultivares de feijão IPR-Celeiro e milho Viptera, no comportamento de controle das principais pragas de ambas as culturas. A semeadura manual e de acordo com as recomendações oficiais para cada cultura. Foram testados os seguintes tratamentos: 1) 100% milho; 2) 70% milho e 30% feijão; 3) 50% milho e 50% feijão; 4) 30% milho e 70% feijão; e 5) 100% feijão. Nas avaliações aos 14; 21; 28 e 35 DAE, foram tomadas ao acaso em cada parcela: para o feijoeiro, 10 folhas do terço superior em 10 plantas, colocadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para contagem do número de ninfas imóveis da mosca branca. Para o milho, 10 plantas onde foram abertos os cartuchos e contado o número de lagartas de *S. frugiperda* encontradas vivas. Os resultados obtidos permitiram concluir que, no modelo proposto de consorciação feijão/milho, não foram significativos no comportamento de controle das pragas de ambas as culturas. O experimento não foi conduzido até a colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo integrado, método de controle, pragas primárias.

EFFECTS OF THE CONSORCIATION OF TRANSGENIC CULTIVARS OF CORN AND BEANS ON THE BEHAVIOR OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) AND *Bemisia tabaci* (GENN.)

ABSTRACT: The study was conducted in an experimental area of UENP/*Campus* Luiz Meneghel in Bandeirantes-PR, in the second sowing season in February 2021, with the objective of studying the effects of the association between IPR-Celeiro and Viptera maize cultivars, on the control behavior of the main pests of both crops. Manual sowing, according to the official recommendations for each crop. The following treatments were tested: 1) 100% corn; 2) 70% corn and 30% beans; 3) 50% corn and 50% beans; 4) 30% corn and 70% beans; and 5) 100% beans. In the evaluations at 14; 21; 28 and 35 DAE, were taken at random in each plot: for the bean, 10 leaves of the upper third in 10 plants, placed in plastic bags and taken to the laboratory to count the number of still nymphs of the whitefly. For corn, 10 plants where the cartridges were opened and counted the number of Caterpillars of *S. frugiperda* found alive. The results obtained allowed us to conclude that, in the proposed bean/ corn concorporating scheme, the results were not significant in the pest control of both crops. The

experiment was not conducted until harvest.
KEYWORDS: Integrated management, control method, primary pests.

INTRODUÇÃO

A consorciação entre espécies vegetais vem de longa data, notadamente nas pequenas propriedades agrícola. Uma das vantagens da consorciação entre culturas está na possibilidade de se cultivar duas, ou mais espécies vegetais na mesma gleba e ao mesmo tempo, resultando com isso melhor aproveitamento do solo além de ter colheita diversificada. O consórcio também ajuda a dar uma renda extra para pequenos agricultores, pois, vai otimizar a área e por consequência vai ter dois ou mais produtos para comercialização. Uma outra vantagem é que pode haver uma diminuição do ataque de pragas em policultivos, já que insetos herbívoros geralmente alcançam maiores densidades populacionais em monocultivo. Com isso pode haver uma pequena demanda para o controle dessas pragas que pode contribuir para uma redução de custo no final da produção. O feijão é uma leguminosa e um dos grãos mais produzidos e consumido pelo Brasil, ele está presente na alimentação dos brasileiros e apresenta uma fonte proteica muito rica. Já o milho é uma Poaceae e importante cereal no mundo devido a sua composição química, sua produtividade e seu valor energético. Esse cereal pode ser empregado tanto na alimentação humana como na de animais, sendo esse último com maior significância.

Neste trabalho foi avaliado a consorciação entre essas duas importantes culturas feijão/milho, tendo como objetivo o estudo comportamental das principais pragas, *Bemisia tabaci* para o feijoeiro e *Spodoptera frugiperda* para o milho.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Segundo Cronquist (1988) citado por Silva et al. (2012), o feijão pertence ao gênero Phaseolus, subclasse Rosidae, Ordem Fabales e família Fabaceae, subfamília Papilinoideae e à tribo Phaseoleae. O feijão é o alimento mais tradicional consumido pelos brasileiros, tem importante parcela na alimentação da população mundial devido sua fonte proteica, diante disso merece devida atenção tanto no cenário nacional como internacional, o feijão é muito explorado no país na parte agrícola e sua cadeia de produção como beneficiamento e comercialização gera ocupação e renda, principalmente para as classes menos abastadas (AMARO, 2012). O feijoeiro é uma das principais culturas utilizadas na entressafra, em sistemas irrigados, nas regiões central e sudeste do Brasil (BARBOSA FILHO et al, 2001). Esta cultura adapta-se às mais variadas condições de clima e solo, sendo cultivado na maioria dos sistemas produtivos desde os grandes, médios a pequenos produtores. Pode ser cultivado em três safras anuais, "das águas" (de agosto a dezembro) e concentra-se

na Região Sul; “da seca” abrange todo o país e ocorre de janeiro a abril e “de inverno”, concentra-se mais no Centro-Oeste e acontece de maio a agosto, dependendo do estado. Assim, durante todo ano, sempre haverá produção de feijão em alguma região do Brasil (MOREIRA et al, 2003).

Mosca-branca (*Bemisia tabaci* GENN.))

A mosca-branca pertence a ordem Hemíptera, subordem Sternorrhyncha e família Aleyrodidae. Já foram descritas cerca de 1400 espécies de moscas-brancas, sendo que a subfamília Aleyrodinae, a qual pertence a espécie *Bemisia tabaci* (Genn.), compreende mais de 90% do total (OLIVEIRA et al, 2005). A espécie mais importante no mundo é *B. tabaci*, por seu grande potencial de causar danos e por ser a única espécie da família capaz de transmitir geminivírus às plantas (HILJE et al, 2001,). Segundo Albergaria e Cividanes (2002), o tempo do ciclo de desenvolvimento de ovo/adulto de espécies de mosca-branca depende das condições ambientais, principalmente da temperatura. A fase ninfal da mosca-branca passa por quatro instares sendo que as ninfas de primeiro instar são móveis, possibilitando a localização de um ponto favorável para a sua alimentação e desenvolvimento (SIMMONS, 2002). Os adultos são insetos muito pequenos, de aproximadamente 1 mm de comprimento, corpo geralmente de coloração amarelada com dois pares de asas membranosas (MARTIN et al, 2000). Na visão de Quintela (2009) quando a população da mosca é elevada podem ter ocorrência de danos diretos pela sucção da seiva da planta, pela ocorrência do vírus do mosaico dourado, os danos são mais significativos quanto mais nova a planta for e assim pode haver a perda total da produção. Além disto, Alencar et al. (2004) citado por Cruz et al. (2012) relatam que o manejo é dificultado em razão de uma série de particularidades apresentadas pelo inseto, tais como sua grande capacidade de reprodução e adaptação a condições adversas, ampla gama de hospedeiros e rapidez no desenvolvimento de resistência aos diferentes grupos químicos de inseticidas. Segundo Silva et al, (2008), o feijoeiro, durante toda sua fase de desenvolvimento e mesmo após a colheita, está sujeito ao ataque de inúmeras pragas. Dependendo da espécie da praga, cultivar utilizada, da época de semeadura e da região de cultivo, as perdas podem chegar a 100%.

Milho (*Zea mays* L.)

É uma gramínea da família Poaceae, monoica, alógama, anual, robusta, ereta e diplóide (PATERNIANI; CAMPOS, 1999). Em termos socioeconômicos, a cultura do milho tem papel incontestável no Brasil e no mundo, devido à sua excepcional posição entre as espécies agrícolas exploradas (MÔRO; FRITSCHE, 2015). É um importante cereal cultivado e consumido pelo mundo, devido ao seu potencial produtivo, composição química e seu valor energético, e este cereal tem múltiplas funções que vai de alimentação humana até animal, impulsionando ainda um grande complexo industrial (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000. Citado por POLATO; OLIVEIRA, 2011). O cultivo ocorre desde o Equador

até ao limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros, encontrando-se, assim, em climas tropicais, subtropicais e temperados devido sua grande adaptabilidade representada por variados genótipos (BARROS; CALADO, 2014). De acordo com Paes (2006) uma grande parte da produção do milho é destinado para alimentação animal chegando a 70% da produção mundial, e pode chegar a 85% esse valor em países mais desenvolvidos, e uma pequena parcela da produção mundial é destinado ao consumo humano.

Lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*)

A lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* (J.E. Smith) pertence a Ordem Lepidoptera e é uma espécie nativa das regiões tropicais do continente americano, encontrada desde a região Sul dos Estados Unidos até a Argentina (NAGOSHI; MEAGHER, 2008). No Brasil, este inseto ocorre em todas as regiões de cultivo, em função da disponibilidade e diversificação de alimentos o ano todo e das condições abióticas favoráveis (CRUZ et al, 2013). Comumente conhecida no Brasil como lagarta-do-cartucho, lagarta-dos-milharais e lagarta-militar, sendo considerada a principal praga da cultura do milho. É uma praga altamente polífaga e cosmopolita, estando amplamente distribuída pelas regiões produtoras, devido à grande disponibilidade e diversidade de alimento (CRUZ, 1995). A lagarta-do-cartucho apresenta desenvolvimento completo, seu ciclo passa por quatro fases distintas: ovo, lagarta, pupa e adulta (PITRE; HOGG, 1983). Os adultos da lagarta-do-cartucho têm hábito noturno com início das atividades próximas ao pôr-do-sol. Não são ativos durante o dia, podendo ser encontrados escondidos em folhagens próximo ao solo ou na região do cartucho das plantas de milho (CRUZ, 1995). A longevidade média das mariposas é de aproximadamente 12 dias. As lagartas eclodem de 3 a 4 dias da oviposição (CRUZ, 1995). Na fase larval ocorrem seis instares e a duração de cada instar depende da temperatura e do substrato alimentar. Em média, quanto maior a temperatura, menor o ciclo larval. A duração desse período pode variar de 12 a 30 dias e as lagartas podem atingir 50 mm de comprimento (MURÚA et al., 2008). A lagarta-do-cartucho é a praga que mais causa preocupação ao produtor de milho. Sua capacidade de danos é influenciada pelo vigor da planta e pelo clima (PRAÇA et al, 2006). A presença da larva no interior do cartucho da planta pode ser indicada pela presença de excrementos, ou pela abertura das folhas, observando-se a presença das lagartas (GRIGOLLI; LOURENÇÃO, 2013). Além do milho, *S. frugiperda* pode se alimentar de aproximadamente 180 espécies de plantas em sua zona de distribuição e ocorrência, dentre elas o sorgo (*Sorghum bicolor*), arroz (*Oryza sativa*), algodão (*Gossypium hirsutum*), amendoim (*Arachis hypogaea*), soja (*Glycine max*), hortaliças, dentre outros (CASMUZ et al., 2010). Os danos de *S. frugiperda* na cultura do milho podem variar os percentuais de desfolha de acordo com a capacidade de suporte no decorrer do ciclo da cultura. Entre 30 a 40 dias após a emergência (DAE) das plântulas, é a fase onde há a menor capacidade de suporte à desfolha, podendo provocar danos entre

15% e 34%. Até os 25 DAE a cultura suporta 50% da desfolha com um dano de 10%. Dos 25 aos 45 DAE tem seu baixo suporte à desfolha e dano que varia de 15 a 34% e dos 45 aos 75 DAE suporta 60% de desfolha com um dano de até 15% (CRUZ et al,1997).

Consorciação

O sistema de consorciação envolve cultivo de duas ou mais culturas na mesma área, esse sistema é largamente utilizado em países em desenvolvimentos (KAREL, 1993 citado por BASTOS et al, 2003.). Segundo Van Dermeer, (1989) citado por Bastos et al. (2003) entre as vantagens do consórcio, a mais citada e documentada é a redução do ataque de pragas em policultivos, já que insetos herbívoros geralmente alcançam maiores densidades populacionais em monocultivo que em estandes multiespecíficos de plantas hospedeiras. A consorciação é um fator de diversificação do agroecossistema, por aumentar a diversidade estrutural das espécies, as quais podem afetar a densidade de insetos (EMDEN; WILLIAMS, 1974). A diversidade vegetal é importante para a estabilidade da densidade populacional dos insetos fitófagos, pois favorece a biologia e a dinâmica dos insetos benéficos contribuindo para o controle biológico natural pela maior quantidade de alimentos disponíveis, como o pólen e o néctar das inflorescências, pela presença de presas hospedeira alternativa e pelas variações de micro habitats (ALTIERI et al., 2003). O consórcio de milho e feijão pode ser uma boa opção para a agricultura orgânica, não só pelo fato de aumentar a renda do agricultor como também, diminuir a competição com as espécies fitófagas pelo aumento dos insetos benéficos, como os parasitoides e predadores (FIGUEIREDO et al., 2009). Publicação de Zhang e Li (2003) mostrou que ao se plantar duas espécies juntas poderão ocorrer competição interespecífica ou facilitação, mas o adequado

balanço entre estas proporcionará a redução das populações de insetos. Segundo Veiga Silva e Comin (2013), os sistemas consorciados rendem até 71% mais por área. Conforme resultados obtidos por Souza et al. (2004), não houve diferença significativa de danos causados pela *Spodoptera frugiperda* e *Rhopalosiphum maydis* nos sistemas consorciados em comparação ao monocultivo. Pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2012), teve como resultado que o milho orgânico consorciado com feijão, sofreu redução significativa na população de *S. frugiperda*, pois em todas as coletas foram encontradas lagartas parasitadas por Himenópteros ou Dípteros. Dentre as várias pragas existentes na cultura do milho, as principais são: a lagarta do cartucho e o percevejo barriga verde, no entanto *S. frugiperda* é considerada a praga de maior expressão nas Américas (CRUZ, 1999; FIGUEIREDO et al, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental da UENP/*Campus* Luiz Meneghel,

no município paranaense de Bandeirantes com latitude 23°06´ 46,04´´S; longitude 50°21´18,71´´W e altitude de 440m (GOOGLE EARTH, 2019) no período de fevereiro a abril/21. Foram empregadas sementes de feijão transgênico cultivar IPR-Celeiro e milho transgênico híbrido cultivar B2702 VYHR (Viptera), doadas pelo IDR-PARANÁ, (IAPAR, Londrina) e por amigos, respectivamente. O solo foi manejado através de implementos como roçadeira, grade aradora e niveladora, depois foram riscadas as linhas com espaçamentos de 1,0 m para o milho e 0,50 m para o feijão. A semeadura ocorreu no dia 22/02/2021 manualmente, sendo feitas as duas culturas simultaneamente. Usou-se 6 sementes/m linear de milho e 15 sementes/ m linear de feijão. Lembrando que, não foi necessário realizar o desbaste, pois com a escassez de chuvas muitas sementes deixaram de germinar. A área foi dividida em parcelas de 60m² (10x6m) com um total de 1200m². As plantas daninhas foram controladas através de duas capinas com enxada aos 20 e 30 dias após o plantio (DAP). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 5 tratamentos (Quadro 1) e 4 repetições. Para comparação das médias empregou-se o teste Tukey conforme Canteri et al (2001)(Tabela 1.) Nas avaliações aos 14; 21; 28 e 35 dias após emergência (DAE) foram tomadas ao acaso/parcelas: para o feijoeiro, 10 folhas retiradas do terço superior em 10 plantas. Depois colocadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para contagem, com auxílio de microscópio estereoscópico, das ninfas imóveis de moscas brancas encontradas na face abaxial das folhas. A mosca branca faz oviposição na face inferior da folha, ficando presos por um pedicelo curto (GALLO et. al, 2002). Para o milho, 10 plantas, abertos os cartuchos e contado o número de lagartas do cartucho encontradas vivas. O experimento não foi conduzido até a colheita por conta da escassez de chuvas na região norte do estado.

Tratamentos	Percentual/plantas/parcelas
1. Milho	100
2. Milho/Feijão	70 - 30
3. Milho/Feijão	50 - 50
4. Feijão/Milho	70 - 30
5. Feijão	100

QUADRO 1. Tratamentos empregados no consórcio milho/feijão no controle das principais pragas. Bandeirantes-PR. 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento	14 DAE milho	14 DAE feijão	21 DAE milho	21 DAE feijão	28 DAE milho	28 DAE feijão	35 DAE milho	35 DAE feijão
100% M	0,25 a		0,50 a		0,50 a		0,75 a	
70%M 30%F	0,50 a	1,25 a	0,50 a	1,25 a	0,50 a	1,00 a	0,25 a	1,00 a
50%M 50%F	0,25 a	1,75 a	0,25 a	0,50 a	0,25 a	0,75 a	0,50 a	0,75 a
30%M 70%F	0,25 a	1,50 a	0,25 a	0,75 a	0,25 a	0,50 a	0,25 a	1,00 a
100%F		2,50 a		1,00 a		0,75 a		1,50 a

Tabela 1. Número de insetos encontrados no milho e no feijão, transgênicos, nas avaliações efetuadas. Bandeirantes, PR 2021.

O tratamento 1, em que se plantou apenas milho, foi o que apresentou maior quantidade de lagartas. Já o tratamento 2, que contém milho e feijão, porém o milho ainda em maior quantidade, continuou apresentando um maior número de lagartas. Quando se iguala a proporção de milho e feijão, notou-se uma redução na quantidade da praga. Sendo que, no quarto tratamento, onde tem-se mais linhas de feijão do que milho, ocorreu um equilíbrio constante no número.
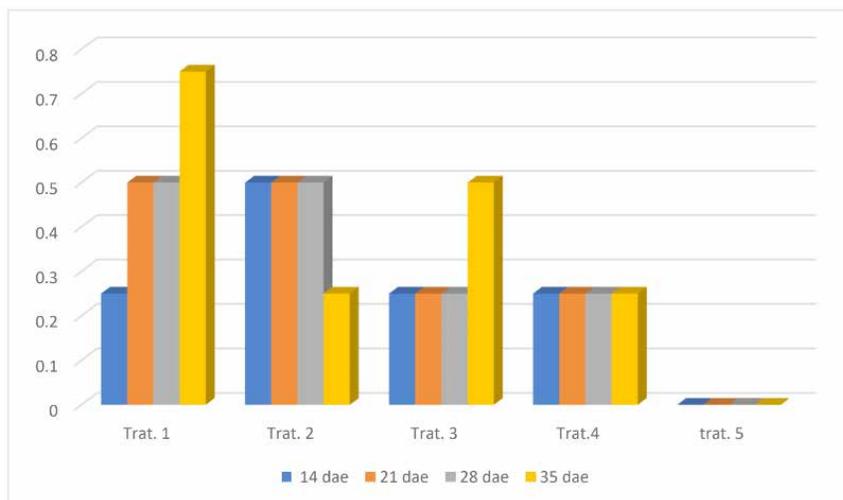
GRÁFICO 1. Número médio de lagartas de *S. frugiperda* encontradas nas avaliações em milho. Bandeirantes-PR, 2021.

Deve-se levar em consideração, que com o aumento de diversidade houve uma diminuição na quantidade de lagartas. Isso, pode ser explicado pela teoria da estabilidade-diversidade, que sugerem que quanto maior foi a diversidade biológica de organismos de uma comunidade, maior é a sua estabilidade (ANDOW, 1991).
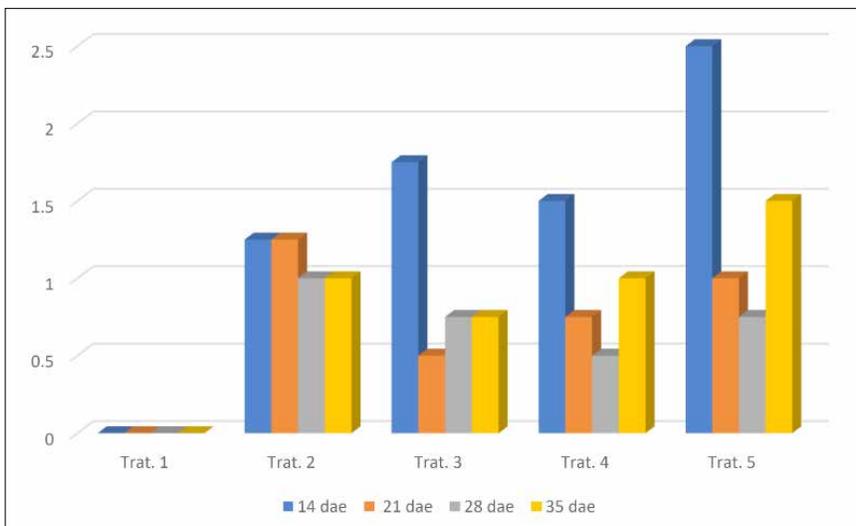
GRÁFICO 2. Número médio de ninfas de *B. tabaci* encontradas nas avaliações no feijoeiro. Bandeirantes-PR, 2021.

O tratamento 5, foi o mais expressivo em quantidade de ninfas encontradas. Os tratamentos 3 e 4 tiveram quantidade menor de moscas brancas e com picos aos 14 DAE. Já o tratamento 2 teve um resultado menor que o monocultivo de feijão e se manteve equilibrado. Esse foi o que apresentou maior quantidade aos 21 e 28 DAE, conforme Van Lenteren et. al. (1990) esta preferência pela região mais nova da planta pode ser explicada pelo motivo de concentrar nesta a maior quantidade de nutrientes disponíveis aos insetos. Com isso, notou-se que a consorciação de feijão com milho, diminuiu a quantidade da praga. No entanto, quando se aumenta a proporção de milho sobre feijão, essa diminuição é menor, podendo o milho servir de hospedeiro, fornecendo abrigo e atrair a mosca branca. Por isso, para o sucesso do consórcio é importante adotar o arranjo mais adequado, para ambas as culturas. As duas pragas são muito conhecidas por serem polífagas e fazerem várias espécies de plantas como hospedeiras. Podemos perceber que com o aumento de diversidade houve uma diminuição na quantidade de lagartas encontradas, isso pode ter o favorecimento da resistência da planta a praga. Já a mosca branca teve uma redução no policultivo, mas no tratamento de 70% milho e 30% feijão teve uma quantidade significativa. Portanto, o consórcio tem seus benefícios como proporcionar melhor desenvolvimento de inimigos naturais, maior dificuldade da praga em encontrar seu hospedeiro, mas para pagas como a *S. frugiperda* e a *B. tabaci*, que se adaptam a diferentes espécies, não se consegue renunciar a outros métodos de controle.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que, no modelo proposto de consorciação feijão/milho, os resultados não foram significativos no comportamento de controle das pragas de ambas as culturas.

REFERÊNCIAS

ALBERGARIA, N. M. S.; CIVIDANES F. J. Exigências térmicas de Bemisia tabaci (Genn.) biótipo B (Hemíptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina. v. 31, n. 3, p. 359-363, 2002.

ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003, 226 p.

AMARO, H.T.R. **Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo virus do mosaico dourado.** 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.

ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.561-586, 1991.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. M. da. Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 8 p. (Circular Técnica, 49).

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. A cultura do milho. Évora, 2014. 52f.(Material de apoio). Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebentamilho.pdf> Acessado em: 15 jun. 2020.

BASTOS, C.S.; GALVÃO, J.C.C.; PICANÇO, M.C.; CECON, P.R.; PEREIRA, P.R.G. Incidência de insetos fitófagos e de predadores no milho e no feijão cultivados em sistema exclusivo e consorciado. **Ciência Rural,** V.33, N.3, Santa Maria May/June 2003

CASMUZ, A., JUÁREZ, M. L.; SOCÍAS, M. G.; MURÚA, M. G.; PRIETO, S.; MEDINA, S.; WILLINK, E.; GASTAMINZA, G. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista de la Sociedad Entomológica**, Argentina, Mendoza, v. 69, n. 3-4, p. 209-231. 2010.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. Sasm-Agro: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1; n.2; p. 18-24, 2001.

CRUZ, I. Lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. Cultivar, n.1, 1999.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1995. 45 p. (Circular Técnica, 21).

CRUZ, I.; VALICENTE. F. H.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. 67 p.

CRUZ, I; VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 40 p. (Documentos, 150).

CRUZ, P.L.; BALDIN, E.L.L.; CASTRO, M.J.P.de; FANELA, T.L.M.; SILVA, P.H.S.da. Atratividade de genótipos de feijão caupi para oviposição de Bemisia tabaci biótipo B**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1563-1571, nov.2012.

EMDEN, H.F.; WILLIAMS, G.F. Insect stability and diversity in agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, v.19, p. 455-474, 1974.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; PENTEADO-DIAS, A.M. Distribuição espaço temporal de parasitoides de Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em áreas de produção de milho (Zea mays L.) orgânico sozinho ou consorciado com feijão (Phaseolus vulgaris L.). Resumos expandidos. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9, São Lourenço 2009

.

FIGUEIREDO, M.L.C.; MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília**,** v. 41, p. 1693-1698, 2006.

GALLO, D; NAKANO, 0.; SILVEIRA NETO, S.; C ARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; M ARCHINI, L. C.; LOPES, J. R.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GILL, R.J. **The morphology of whiteflies**. In: Gerling, D. (Ed.). Whitefly: their bionomics, pest status management. Newcastle: Intercept Andover, p. 13-46. 1990. 348 p.

GOOGLE EARTH. Imagens 2019 CNES/Astrium. Disponível em <http://www.google.com/maps>. Acessado em 28/mar/2019

GRIGOLLI, J. F. J.; LOURENÇÃO, A. L. F. **Pragas do milho safrinha**. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, M. A.; PITOL, C.; MIRANDA, R. A. S.; BARROS, R.; MELO, E. P. (Eds.). Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013. Maracaju: Fundação MS. 2013. p.112- 114.

HILJE, L.; COSTA, H. S.; STANSLY, P. A. Cultural practices for managing Bemisia tabaci and associated viral diseases. **Crop Protection**, Oxford, UK, v. 20, p. 801-812, 2001.

MARTIN, J. H.; MIFSUD, D.; RAPISARDA, C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. **Bulletin of Entomological Research**, Lanham Royal. V.90, p. 407- 448, 2000.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

MÔRO, G. V.; FRITSCHE NETO, R. **Importância e usos do milho no Brasil**. In: BORÉM, A; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M, A. (ed.) Milho do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV. cap.1, p 9-23, 2015.

MURÚA, M. G.; VERA, M. T.; ABRAHAM, S.; JUÁREZ, M. L.; PRIETO, S.; HEAD, G. P.; WILLINK, E. Fitness and mating compatibility of Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different host plant species and regions in Argentina. **Annals of the Entomological Society of America**, Lexington, v.101, n. 3, p. 639-649. 2008.

NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic complexity and migration. **Entomologist**, Gainesville, v. 91, n. 4, p. 546-554. 2008.

PAES, M.C. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Sete Lagoas-MG: Embrapa milho e sorgo, 2006 6p. (Circular técnica, 75).

PATERNIANI, E; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M. A. (ed.), Melhoramento de espécies cultivadas Viçosa: UFV, 1999. 817p.

PITRE, H. N.; HOGG, D. B. Development of the fall armyworm on cotton, soybean and corn. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Griffin, v. 18, n. 1, p.187- 194. 1983.

POLATO, S.A.; OLIVEIRA, N.C de. Eficiência do controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho em função de diferentes horários de aplicação de inseticida. **Campo Digit@l**, Campo Mourão, v. 6, p.44-53, jan/jul 2011.

PRAÇA, L. B.; NETO, S. P. S.; MONNERAT, R. G. Spodoptera frugiperda J. Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae): Biologia, amostragem e métodos de controle. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 23 p. (Documentos, 199).

QUINTELA, E.D.; **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão 2009, p.10-67.

SILVA, P.H.S.; CASTRO, M.J.P.; FREIRE FILHO, F.R. Resistência do tipo não preferencia para alimentação e oviposição de mosca-branca em genotipo de feijão-caupi. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008 4p. (Comunicado técnico, 207).

SILVA, R.B. da; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; PEREIRA, A.G.; REDOAN, A.C.M.; COSTA, M.A.; PENTEADO-DIAS, A.M. Flutuação populacional de parasitoides de Spodoptera frugiperda (J.E.SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (Zea mays L) consorciado com feijão (Phaseolus vulgaris L.) em sistema de produção orgânico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, Águas de Lindóia, p. 1021-1025, 2012.

SIMMONS, A. M. Settling of Crawlers of Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) on Five Vegetable Hosts. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 95, n.4, p. 464-468, 2002.

SOUZA, M.L. de O.; TÁVORA, F.J.A.F.; BLEICHER, E.; PITOMBEIRA, J.B. Efeito do consorcio do milho (Zea mays, L.) com o feijão-de-corda (Vigna unguiculata (L.) Walp) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas**. Revista Ciência Agronômica**, v.35, p. 196-205, 2004.

VAN LENTEREN, J.A.; L.P.J.J. NOLDUS. **Whitefly.** Plant relationships: behavioral and ecological aspects, p.47-89. In D. Gerling (ed.), Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Andover, Intercept, 1990. 348p.

VEIGA SILVA, J.C.B.; COMIN, J.J. Desempenho agronômico de milho, feijão, soja e abóbora em sistema orgânico de monocultivo e consórcio. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.2, p. 191-199, 2013.

ZHANG, F.; LI, L. Using competitive and facilitative interaction in intercroping systems enhances crop productivity and nutrient use efficiency. **Plant and Soil,** v. 28, n.1- 2, p. 305-312, 2003.

SOBRE O ORGANIZADOR

ARINALDO PEREIRA DA SILVA - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2009), sendo bolsista de iniciação científica com trabalhos de seleção de progênies de cacaueiro resistentes a *Moniliophthora perniciosa* e seleção de agentes de controle biológico. É Mestre em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2012), onde trabalhou com seleção de genótipos de cana-de-açúcar resistente a *Meloidogyne incognita* e *M. enterolobii*. É Doutor em Agronomia/Fitopatologia pela Universidade Federal de Lavras (2015), desenvolvendo trabalhos com controle de fitonematoides por compostos orgânicos voláteis. Realizou Doutorado-Sanduiche, bolsista Capes, no laboratório de nematologia da Universidade de Évora -Portugal (2014), adquirindo experiência em biologia molecular, marcadores moleculares, filogenia, desenhos de primers espécie-específico e cultura de *Bursaphelenchus* sp. Realizou Pós-doutorado na Embrapa/ Cenargen, desenvolvendo trabalhos com biotecnologia, desenvolvendo plantas transgênicas com resistência a nematoide e a estresse hídrico. Atua como docente da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, onde desenvolve atividades de pesquisa, orientando bolsistas de iniciação científica na área de patologia de semente, também desenvolve pesquisa em nematologia e métodos alternativos de controle de doenças de plantas. Foi o organizador da I Jornada da Fitopatologia, evento este realizado em dezembro de 2020, reunindo diferentes pesquisadores nas diferentes áreas da fitopatologia.

ÍNDICE REMISSIVO

Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021

Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021